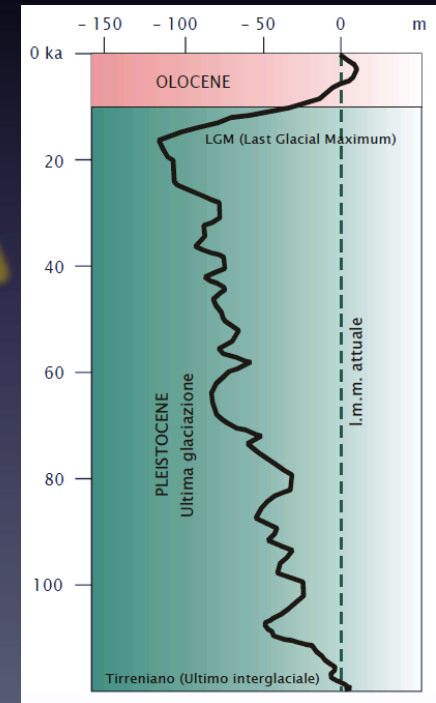


An aerial photograph of a lagoon system, likely in the northern Adriatic region. The image shows a complex network of winding, light blue channels that meander through a vast expanse of brownish, marshy land. The channels vary in width and form, creating a labyrinthine pattern. The surrounding land appears to be a mix of mudflats and low-lying vegetation. The overall scene is a typical representation of a coastal lagoon environment.

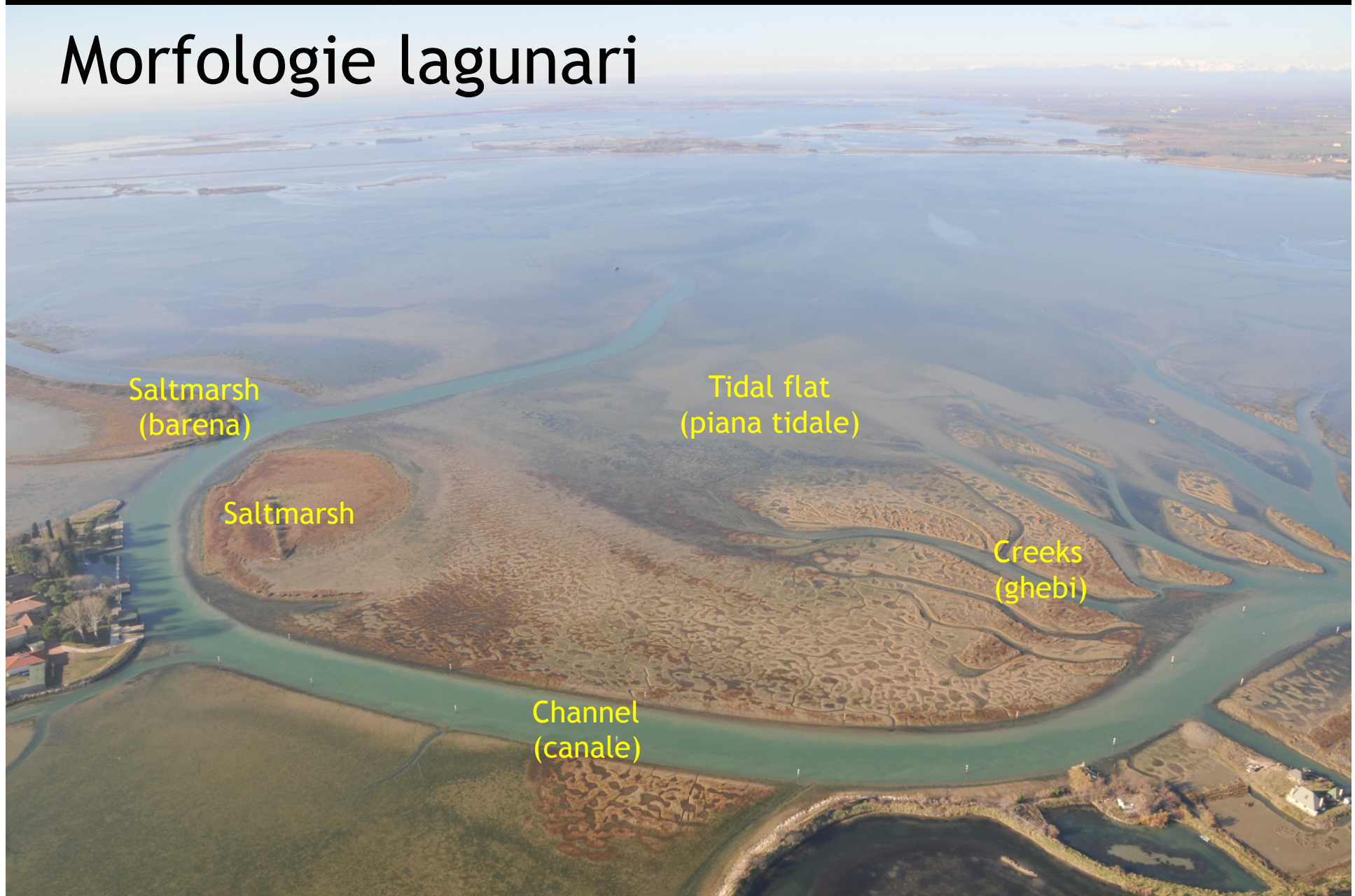
Lagune
(esempi nord adriatici)

Origine delle lagune

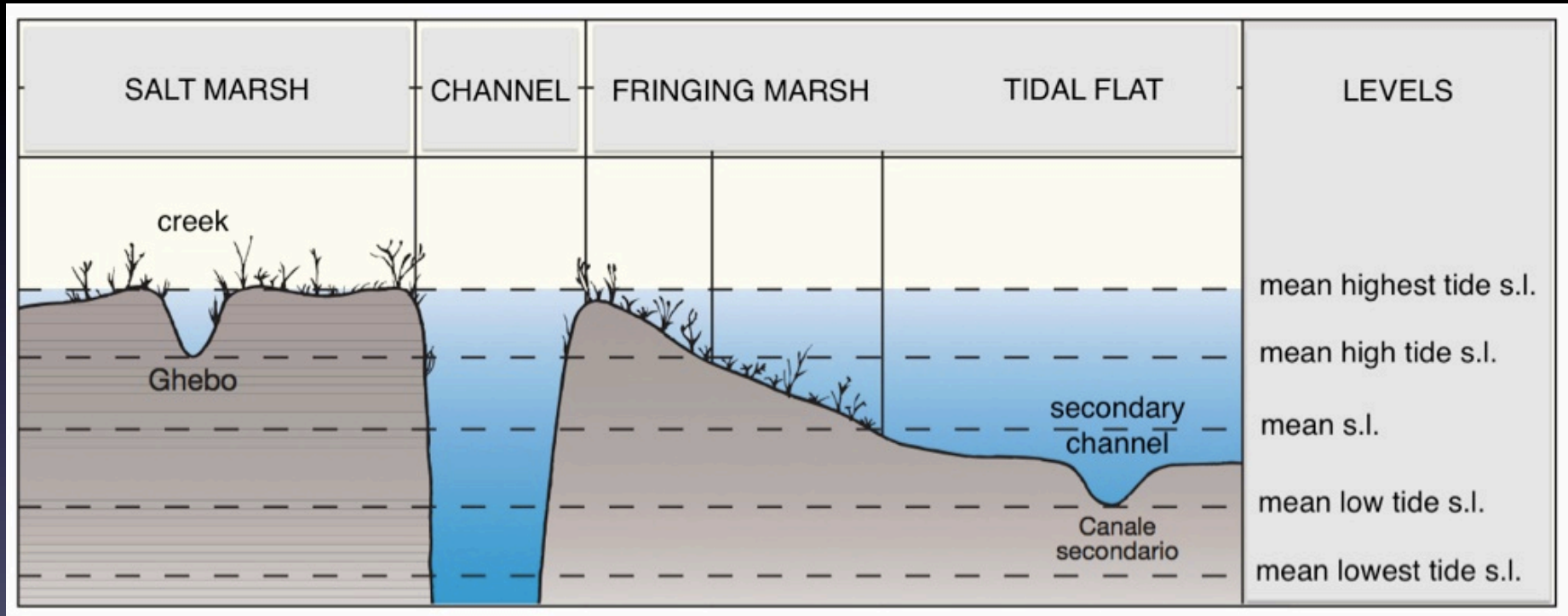
Fattori determinanti: (trasgressione, apporto fluviale, sedimenti, marea)



Morfologie lagunari



Schema morfologico



BARENE - SALT MARSHES



Corpi sedimentari composti da materiali fini (argilla e silt), trasportati dalle correnti tidali e stabilizzati dalla vegetazione alofita, tipica delle aree intertidali (Boorman, 1995).

Fondali lagunari corrispondenti alla fascia intertidale superiore, nei quali i caratteri morfologici, strutturali e funzionali sono condizionati dalle variabili legate alla sommersione periodica (Bonometto, 2003)

Zone poste a una quota maggiore di zero, inteso come medio mare corrente, sommergibili solamente durante le alte maree (Ufficio Idrografico del Magistrato delle Acque di Venezia - Rusconi, 1987).



Perché sono importanti ?

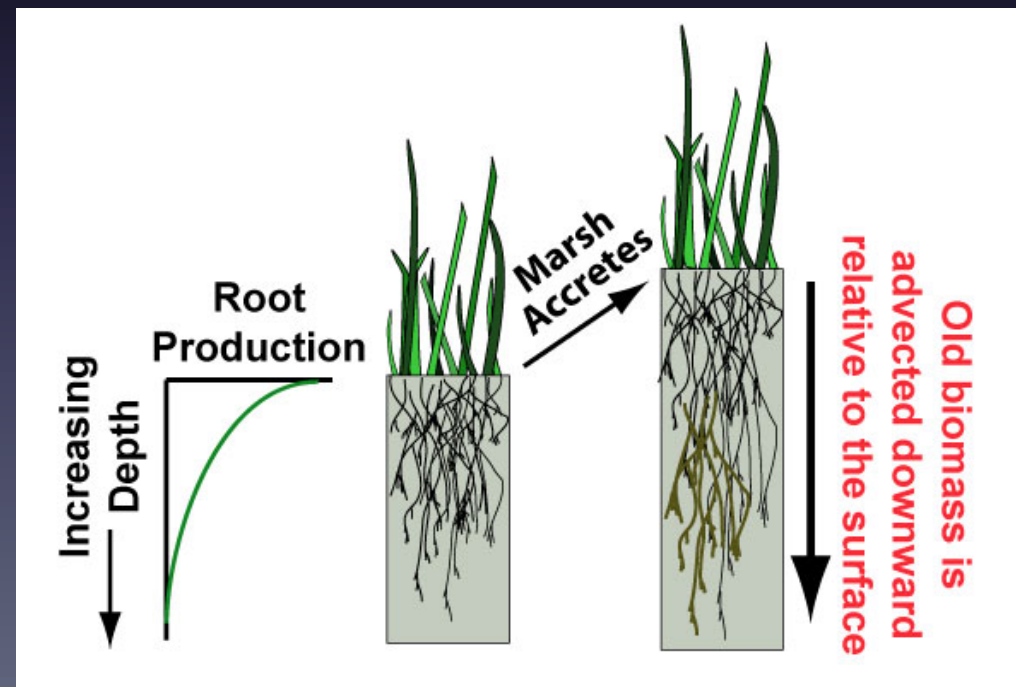
- Nursery per numerose specie di pesci anche di interesse commerciale
- Elevata produzione di biomassa (sequestro di carbonio)
- Miglioramento della qualità delle acque
- Protezione costiera

Sviluppo in altezza delle barene

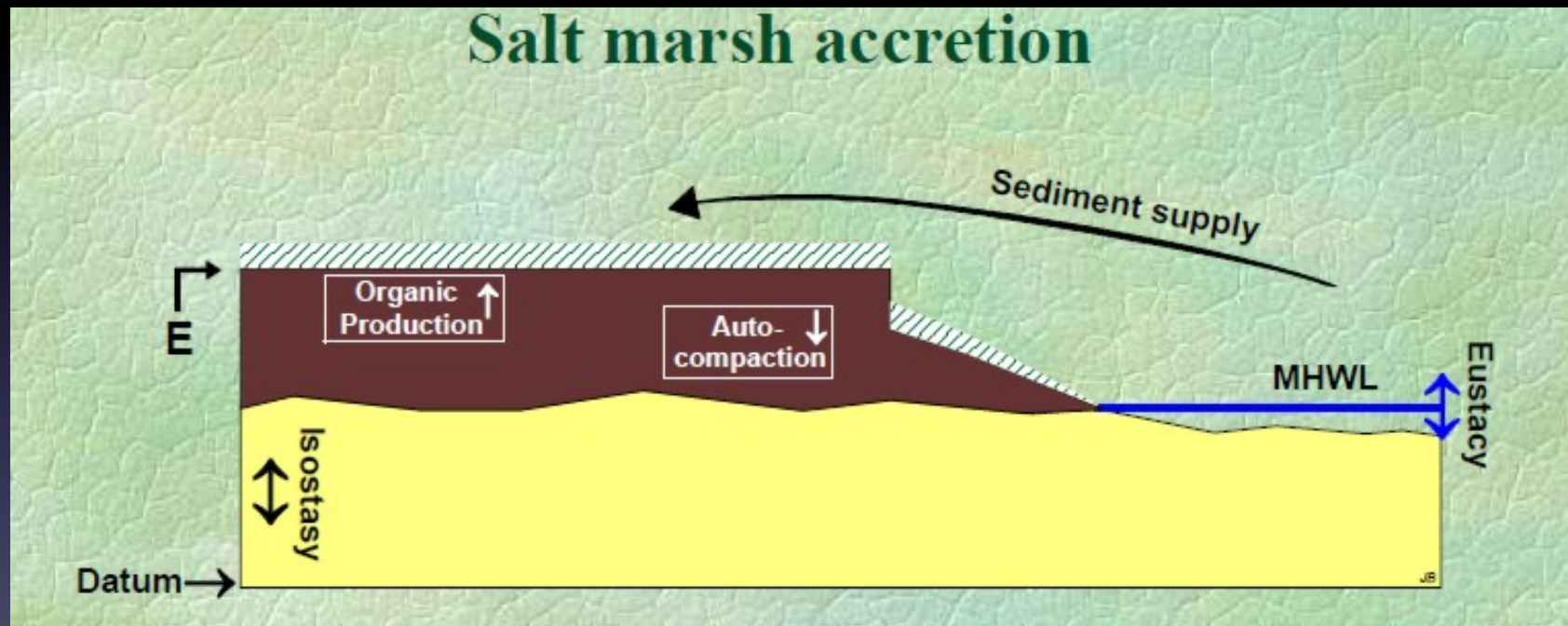
Dipende da tre

fattori (Carter, 1988):

- Sedimenti (tipologia e quantità)
- Correnti di marea (distribuzione ed entità)
- Vegetazione (capacità di intrappolare il sedimento)

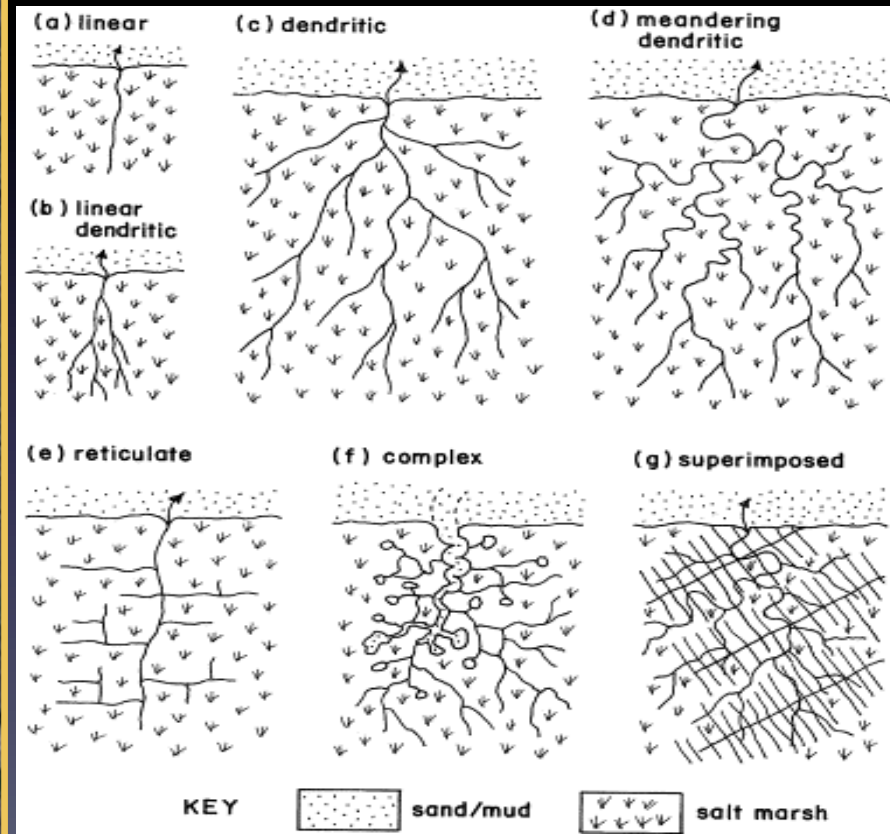


Sviluppo in altezza delle barene

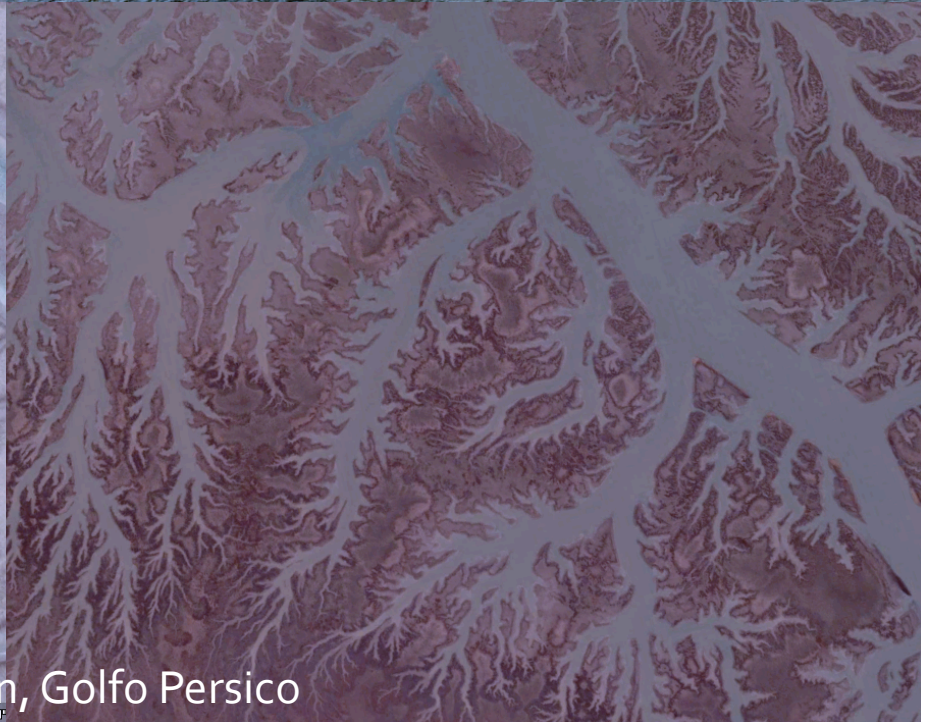
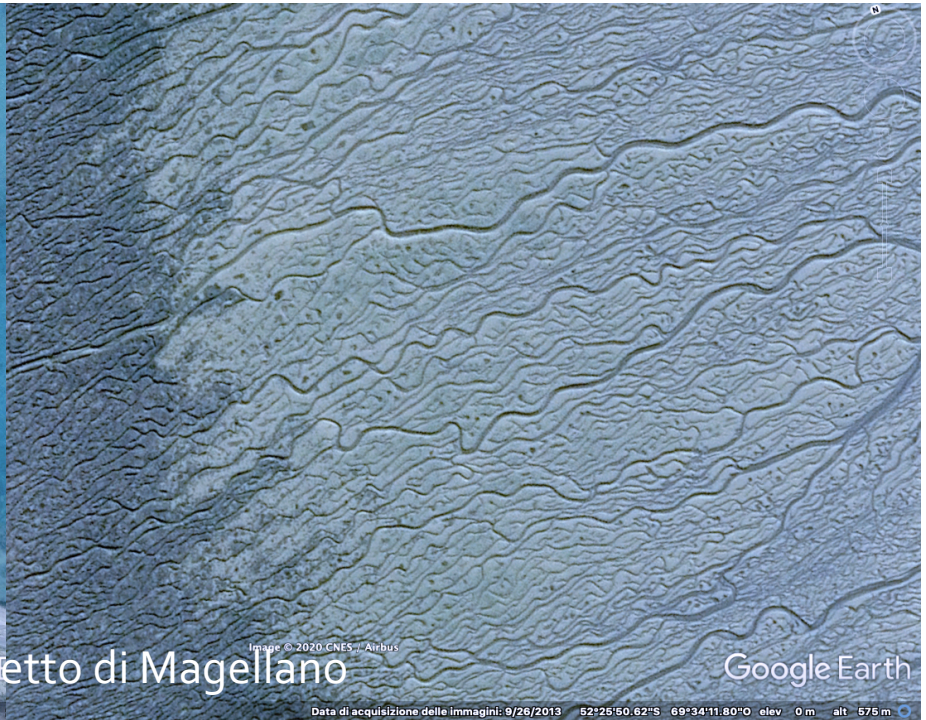


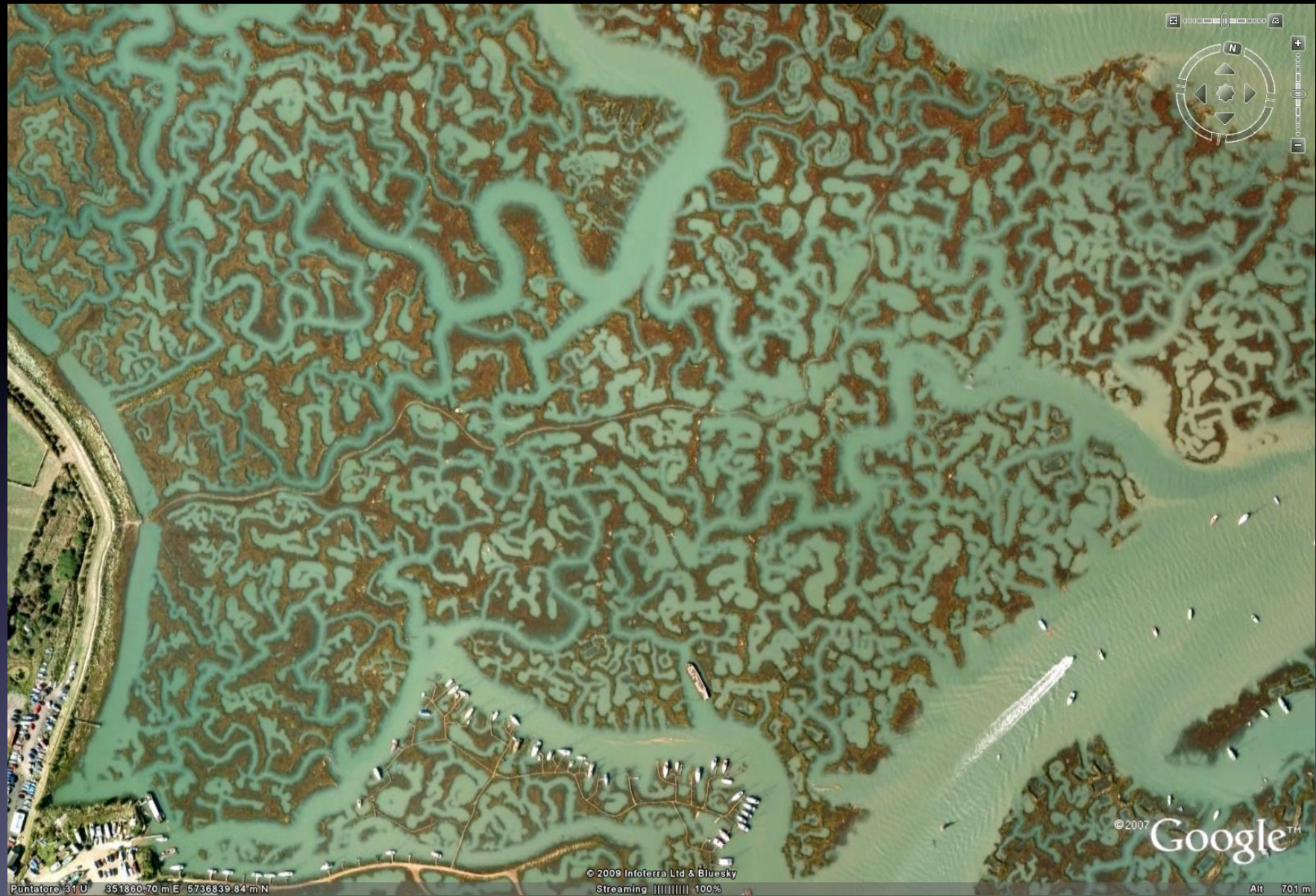
Caratteristiche delle barene

MORFOLOGIE INTERNE



(Pye & French, 1993)





Tollesbury marsh, UK ambiente mesotidale





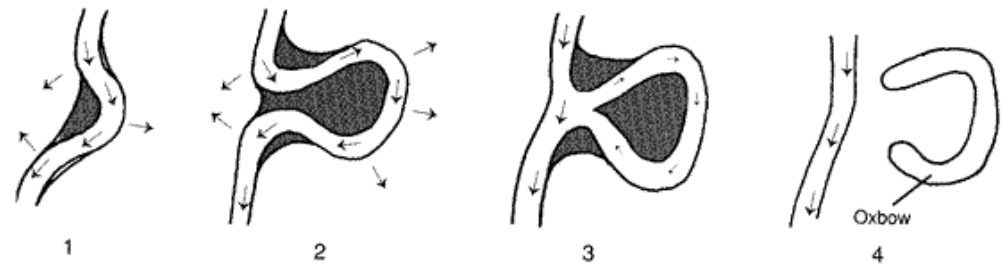


Meandri abbandonati



SALTO DI MEANDRO

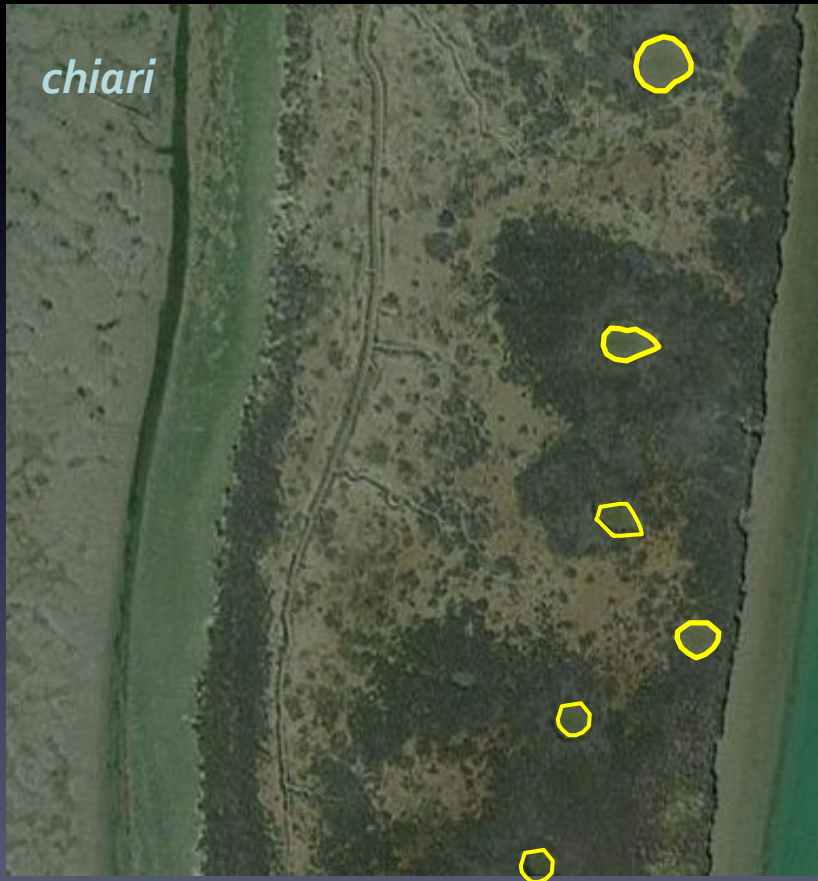
bing



- Sediments Deposited
- Direction of Erosion
- Water Flow

Caratteristiche delle barene

MORFOLOGIE INTERNE



Chiari (salt pans):

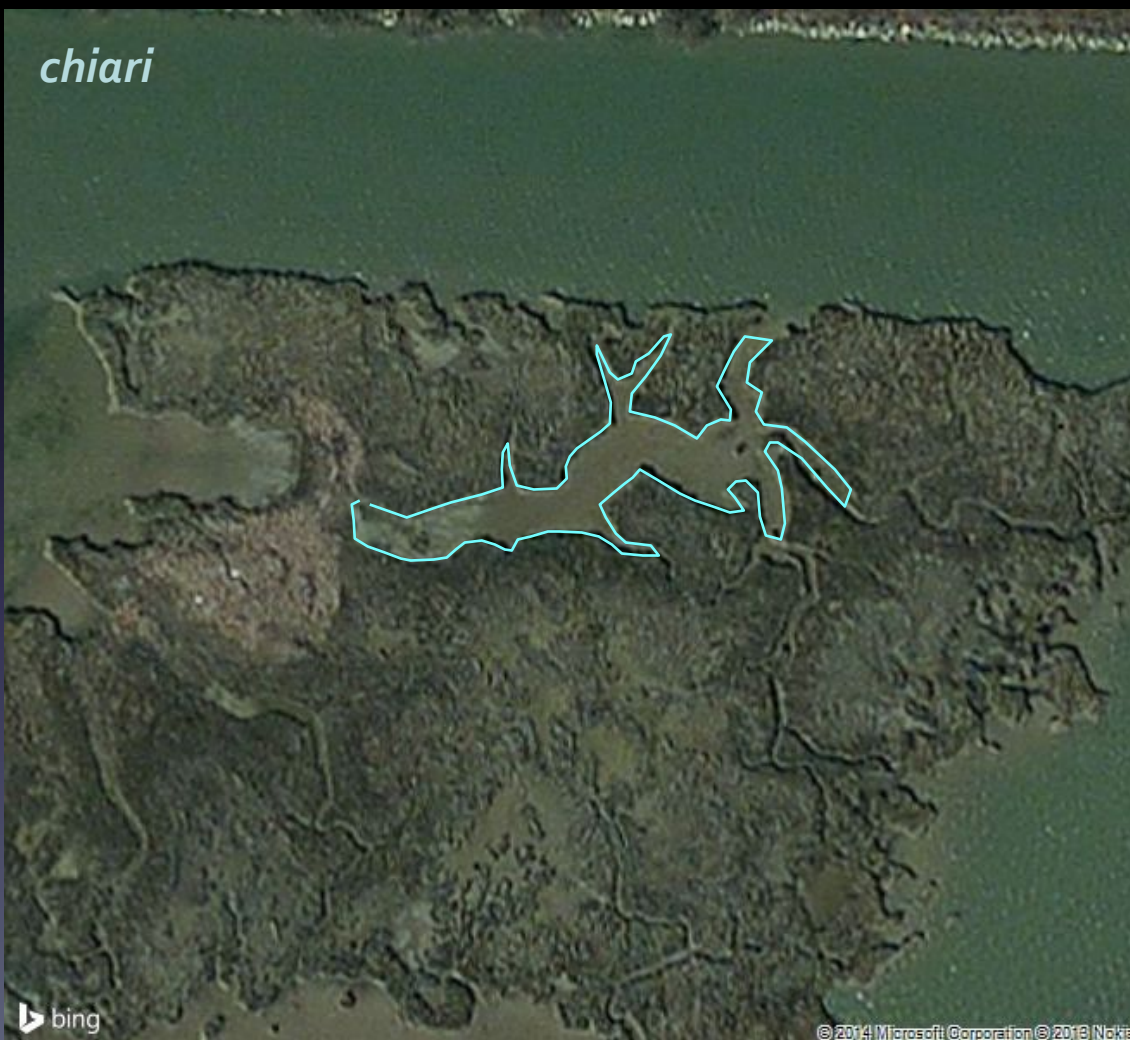
aree depresse prive di vegetazione

- **primary pan:** di forma tondeggiante, legati alle prime fasi di sviluppo della barena, quando a partire da chiazze prive di vegetazione si sviluppano condizioni ipersaline che ne impediscono definitivamente la crescita (Pethick, 1984);

Caratteristiche delle barene

MORFOLOGIE INTERNE

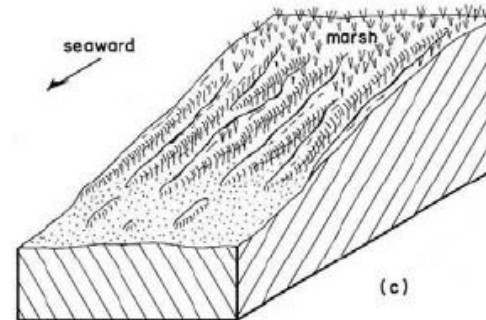
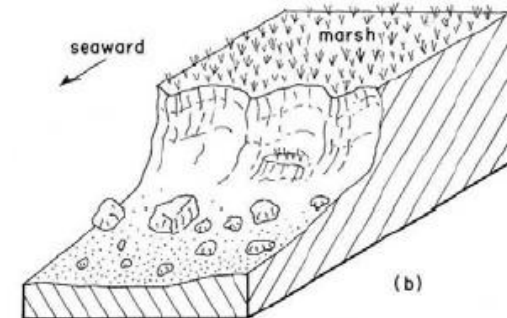
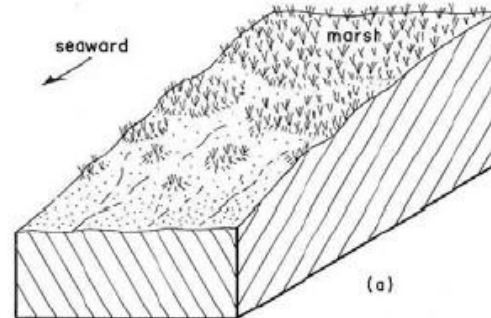
chiari



- **channel pan**: forma allungata e dai bordi più frastagliati, che richiama quella dei ghebi stessi e che si associa a ghebi abbandonati Bird (2000) .

Caratteristiche delle barene

MORFOLOGIA DEI MARGINI



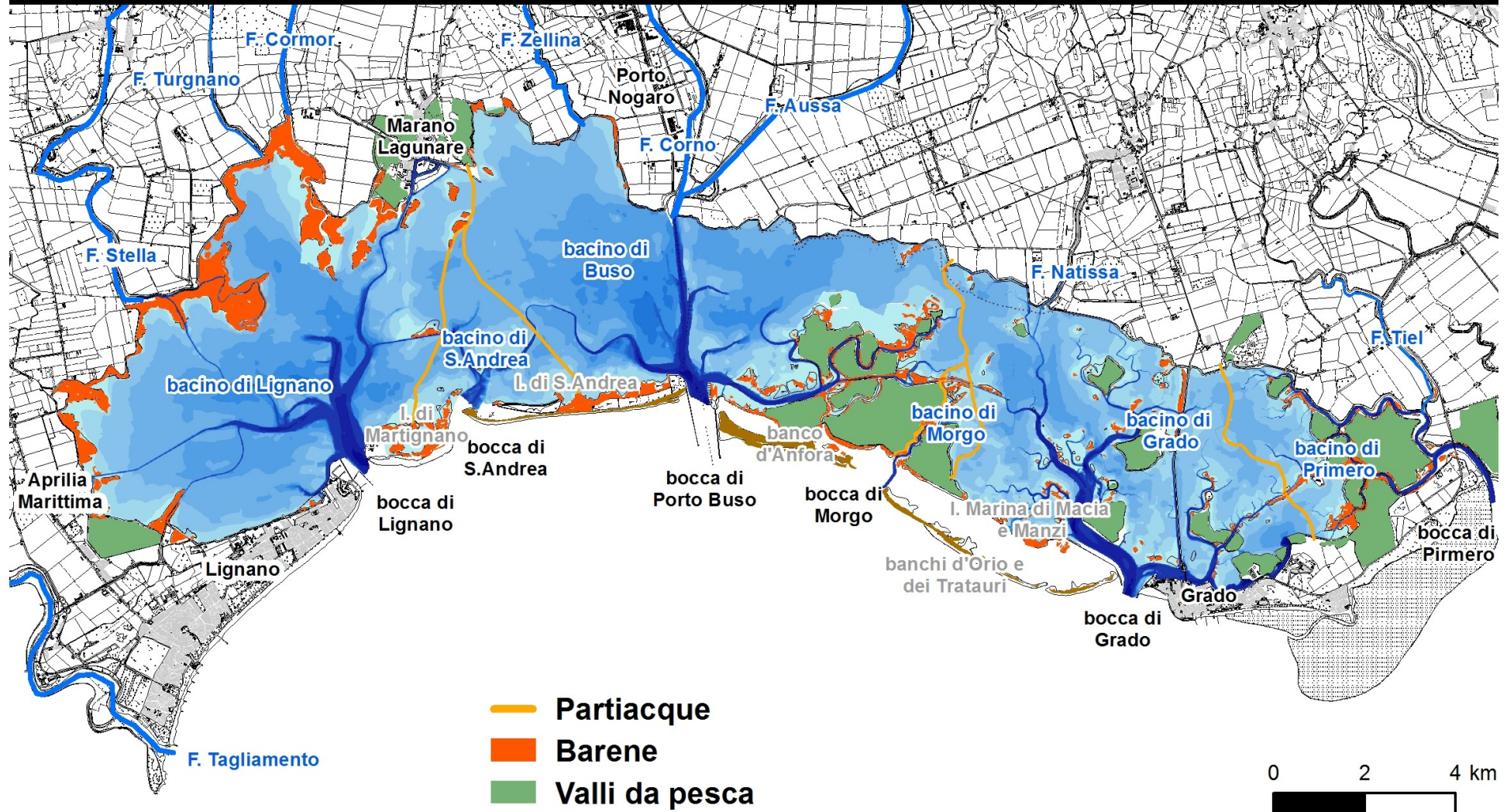
(Allen, 1993)

(a) transizione graduale tra barena e piana di marea (**accrezione**)

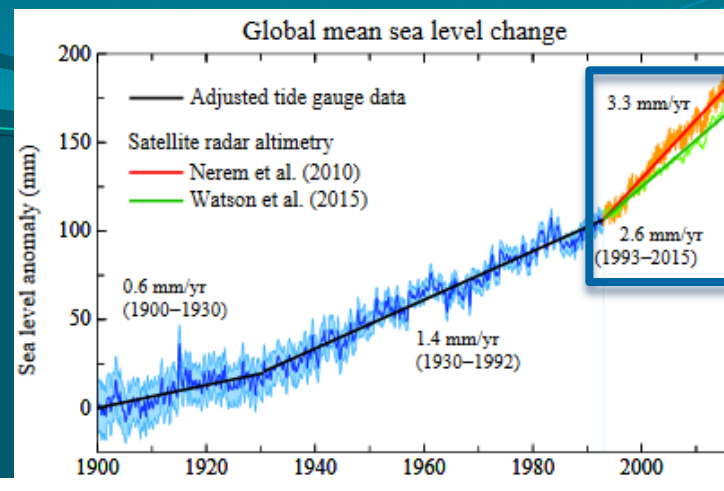
(b) scarpata erosiva (**azione onde lungo periodo**)

(c) piano inclinato con andamento a baie e promontori (**erosione episodica con energia elevata**)

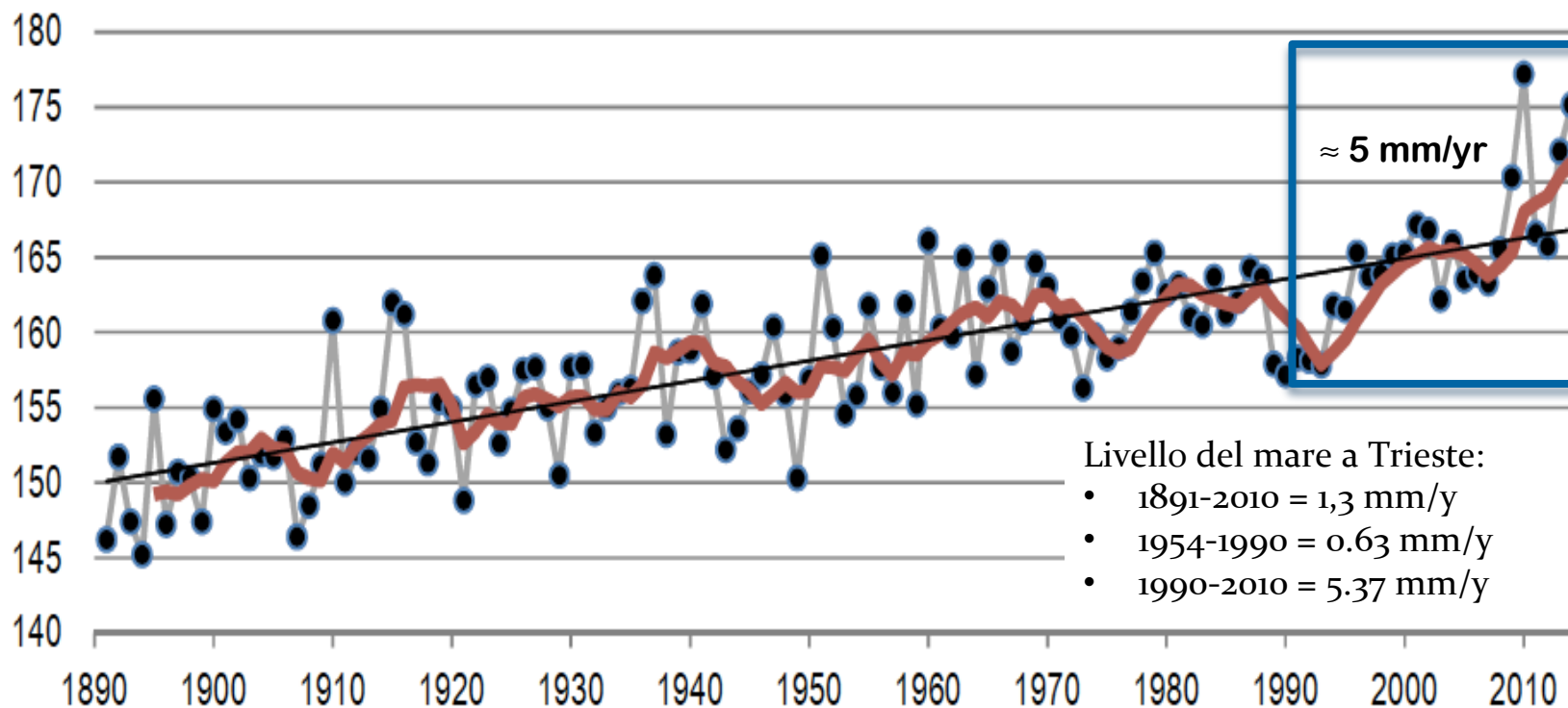
Esempi dalla laguna di Marano e Grado



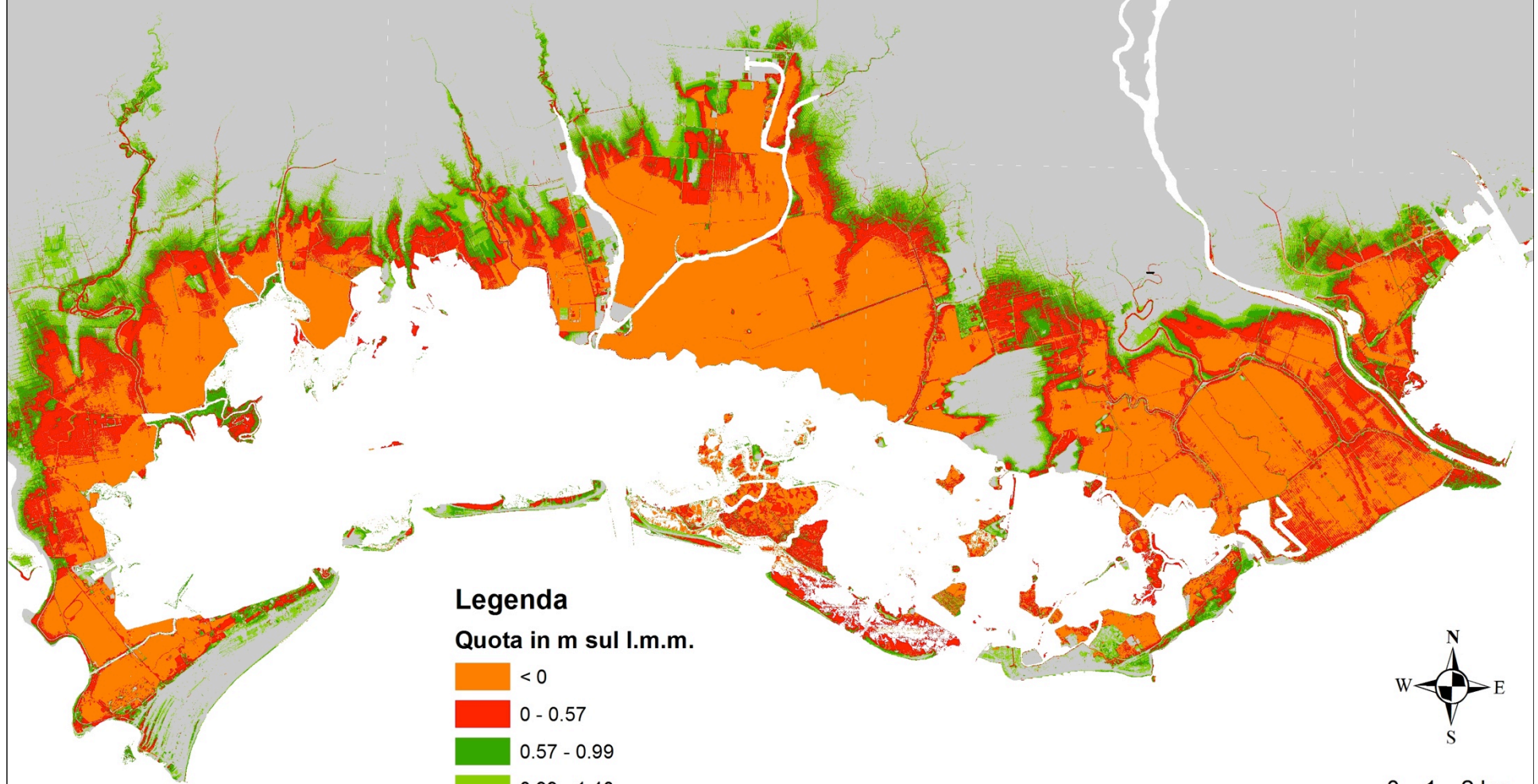
Il segnale globale e il dato locale



Serie temporale livello medio del mare a Trieste



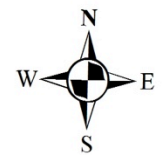
Laguna di Marano e Grado



Legenda

Quota in m sul I.m.m.

- < 0
- 0 - 0.57
- 0.57 - 0.99
- 0.99 - 1.40
- > 1.40



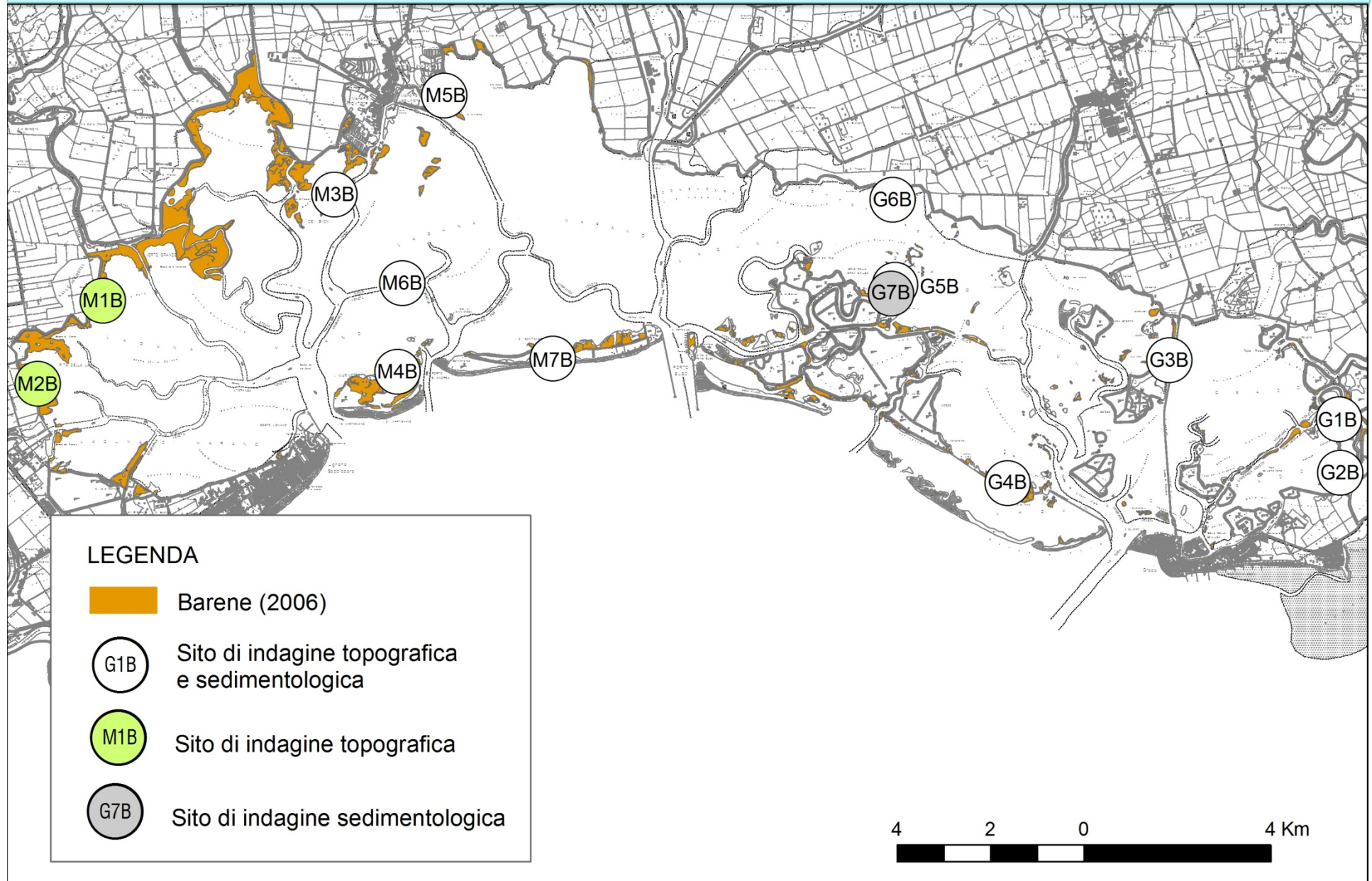
0 1 2 km



Obiettivi specifici

- ⦿ Caratterizzare le barene dal punto di vista geomorfologico, evolutivo e sedimentologico
- ⦿ Individuare le tendenze evolutive in atto in relazione alle principali forzanti naturali e antropiche
- ⦿ Realizzare un database informativo territoriale
- ⦿ (Valutare le relazioni con le dinamiche di bacino - stime di bilancio di massa)
- ⦿ Individuare linee guida per la gestione

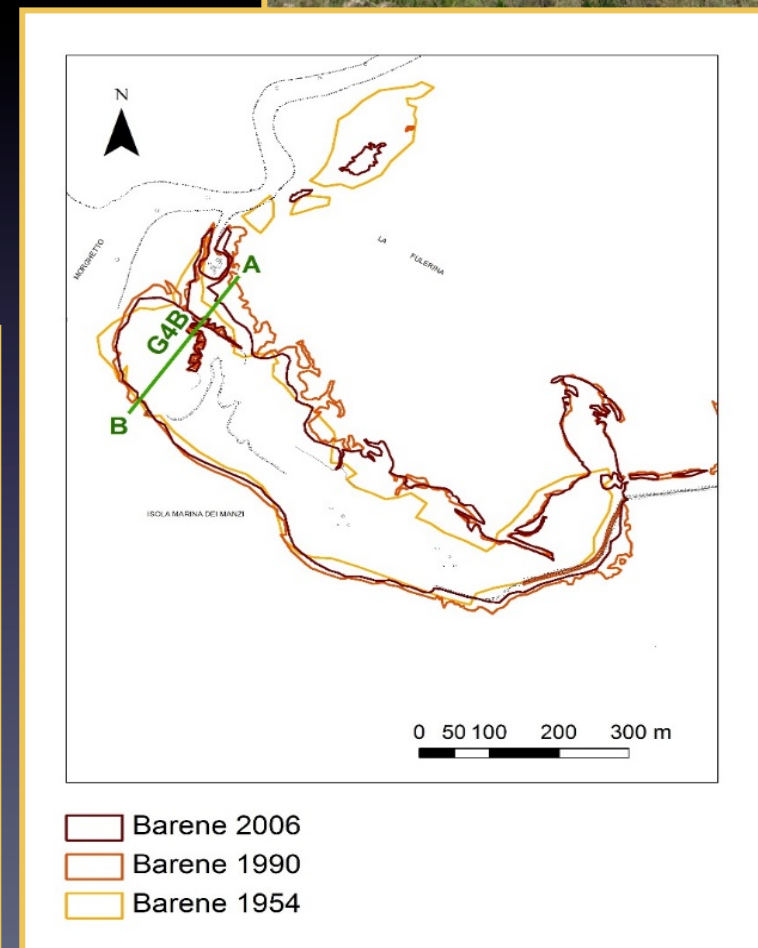
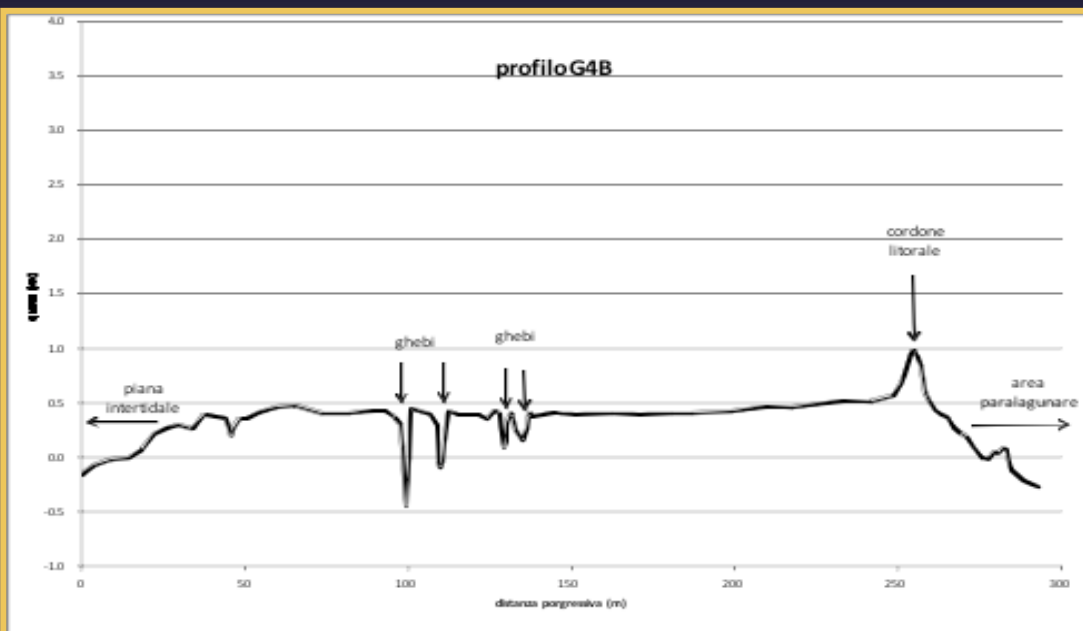
PARTE I: studio in aree campione



Aspetti morfologici ed evolutivi

Attività: sopralluoghi, rilievi morfo - topografici di dettaglio, analisi di foto aeree.

Risultati: morfologia dei margini, morfologie interne (ghebi, chiari), evoluzione ed evidenze morfologiche associate.



Sedimenti



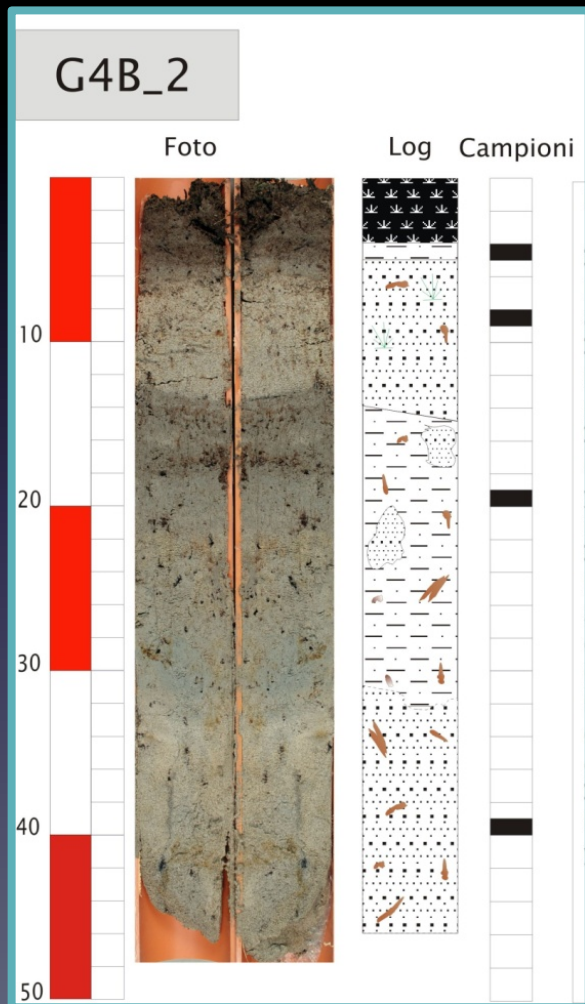
Attività: prelievo di 24 carote (50cm), descrizione stratigrafica, sub-campionamento (76 campioni), analisi granulometrica (granulometro laser), determinazione dei parametri statistici (Folk & Ward), analisi statistica multivariata.

Risultati:

- Individuazione di facies
- Individuazioni di gruppi di campioni a diversa caratterizzazione granulometrica

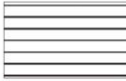

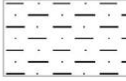
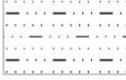
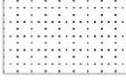
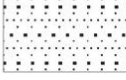

Sedimenti

Descrizione stratigrafica



LEGENDA

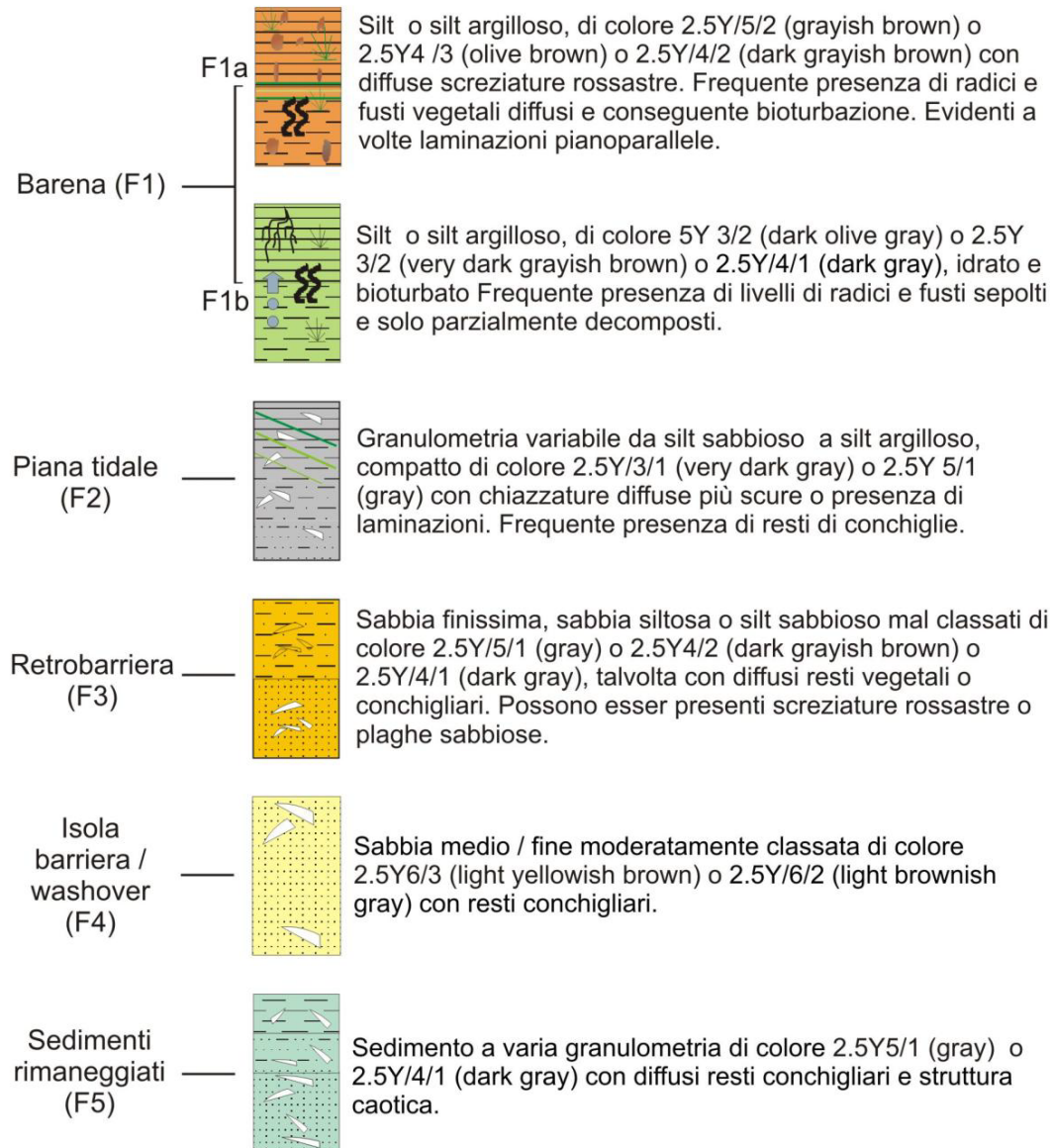
LITOLOGIA

-  Silt argilloso
-  Silt
-  Silt sabbioso
-  Sabbia siltosa
-  Sabbia fine o finissima
-  Sabbia media
-  Lettieria / torba

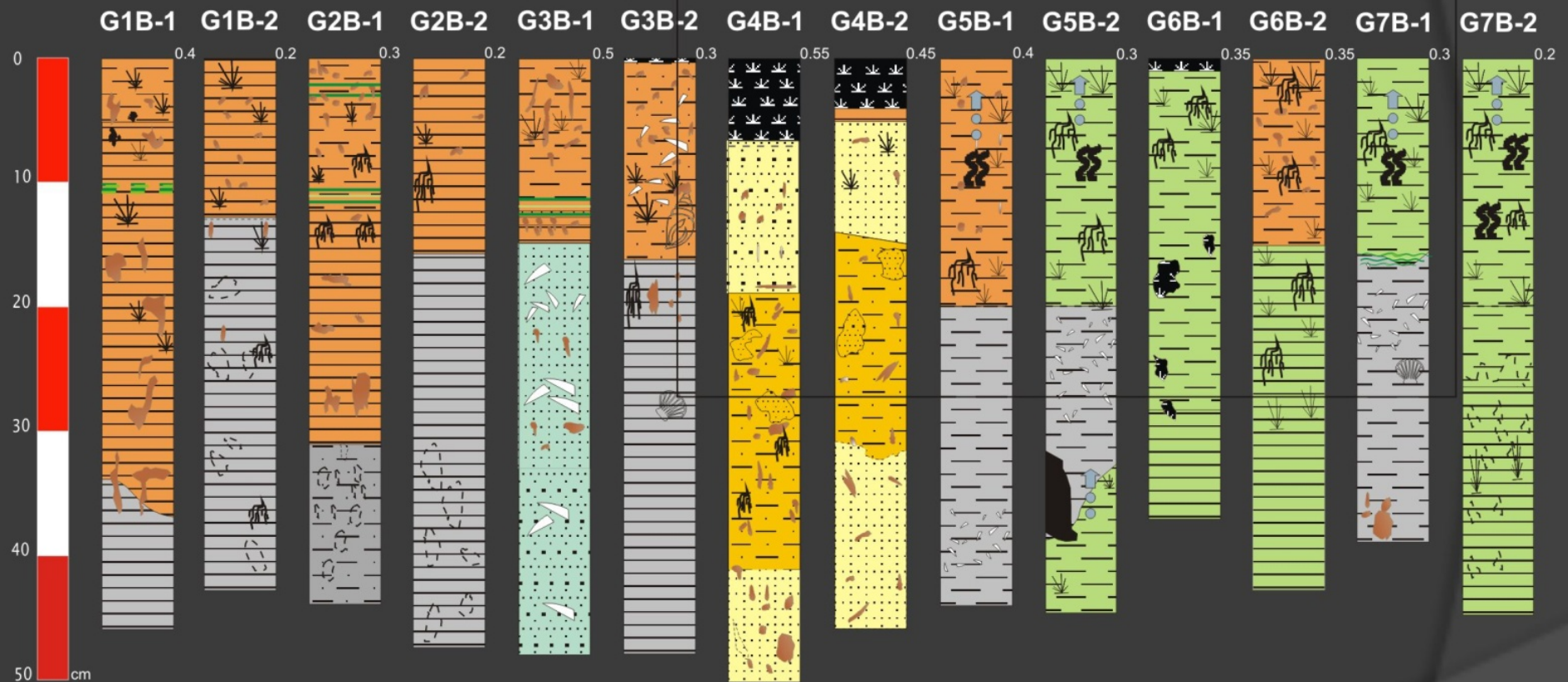
STRUTTURE/FOSSILI/CLASTI

-  Lamellibranchi
-  Gasteropodi
-  Frammenti di conchiglie
-  Frustoli vegetali
-  Radici
-  Sacche e plaghe ricche di sostanza organica
-  Screziature rossastre
-  Bioturbazione
-  Idratazione particolarmente elevata
-  A. Laminazione piano-parallela continua
-  B. Laminazione piano-parallela discontinua
-  A. Laminazione parallela ondulata continua
-  B. Laminazione parallela ondulata discontinua

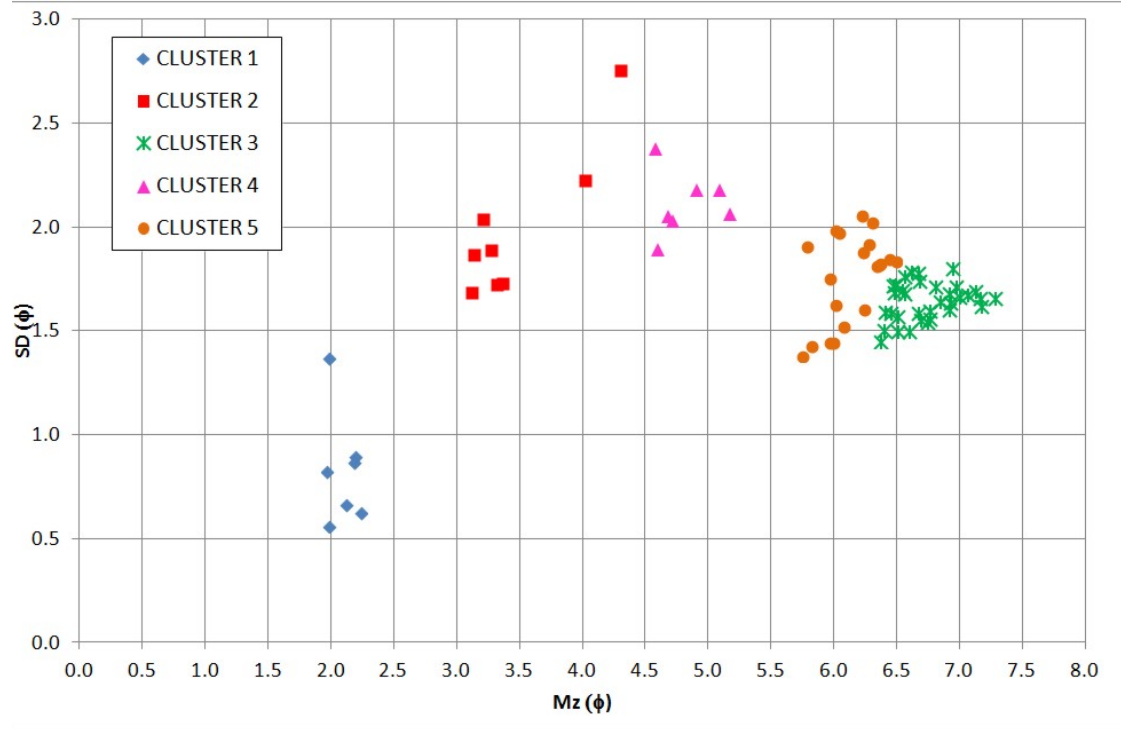
Analisi di facies



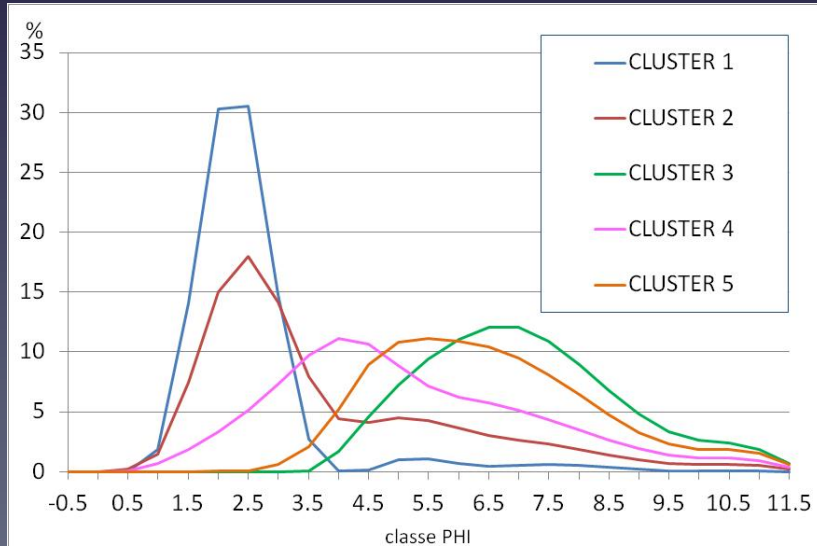
Analisi di facies



Caratterizzazione sedimentologica

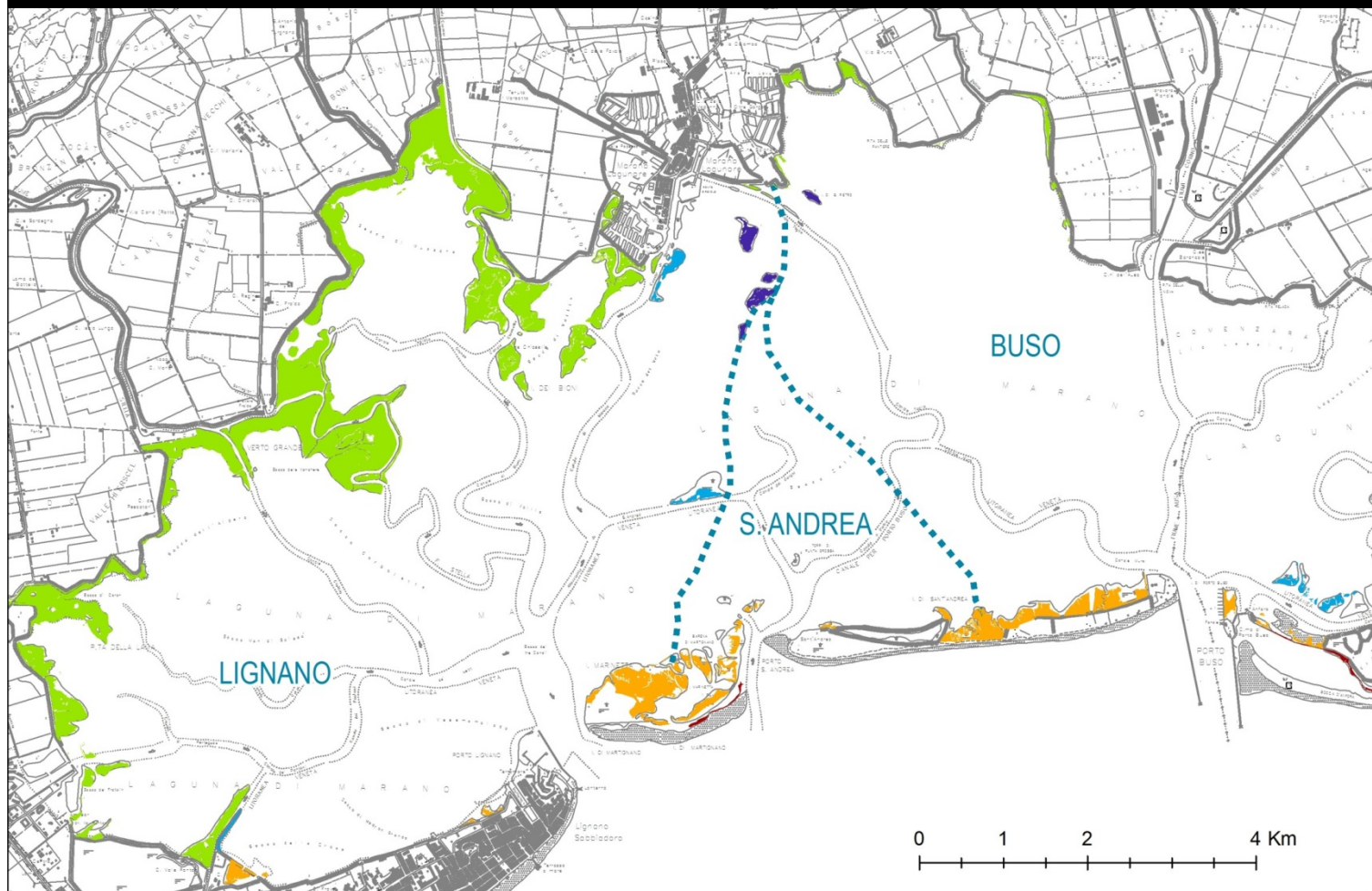


- Cluster 1 e 2: ambienti a energia medio alta influenzati dai processi costieri
- Cluster 4: sedimentazione di retrobarriera
- Cluster 3: barene o velme in zone protette
- Cluster 5: barene o velme afferenti al bacino di Primero in un'area di elevato apporto sedimentario tidale; barene in area di retrobarriera.



Analisi a macroscala: risultati

Classificazione delle barene in **tipi morfologici**

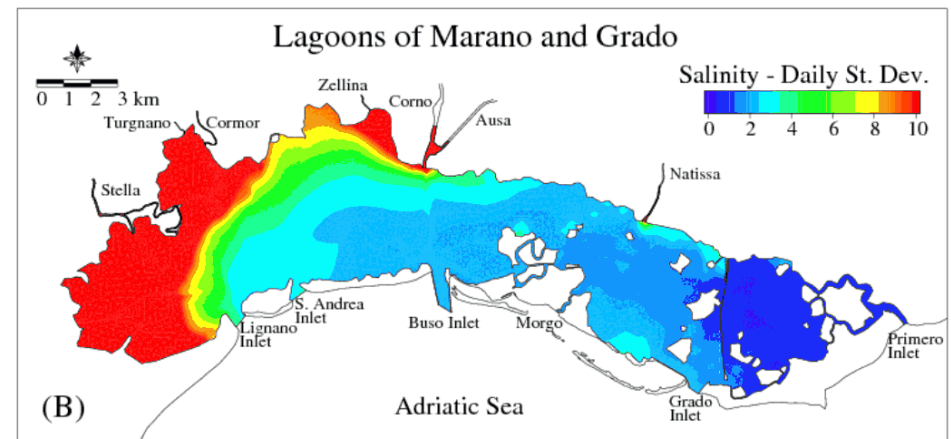
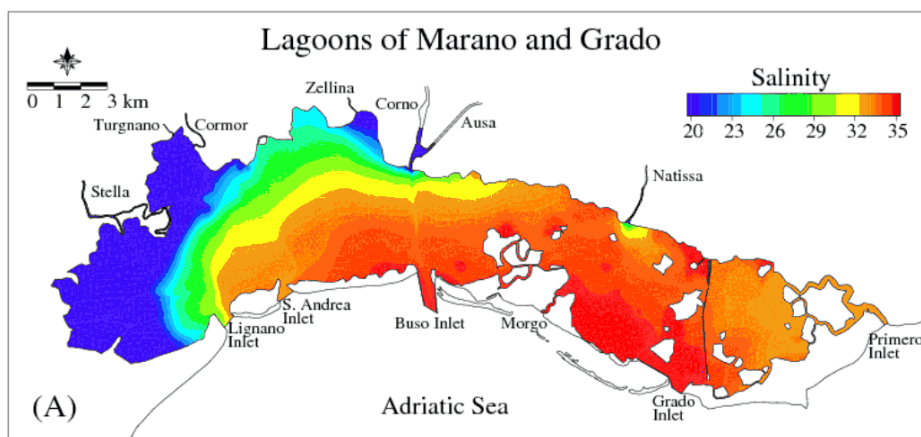


Tipologie barene

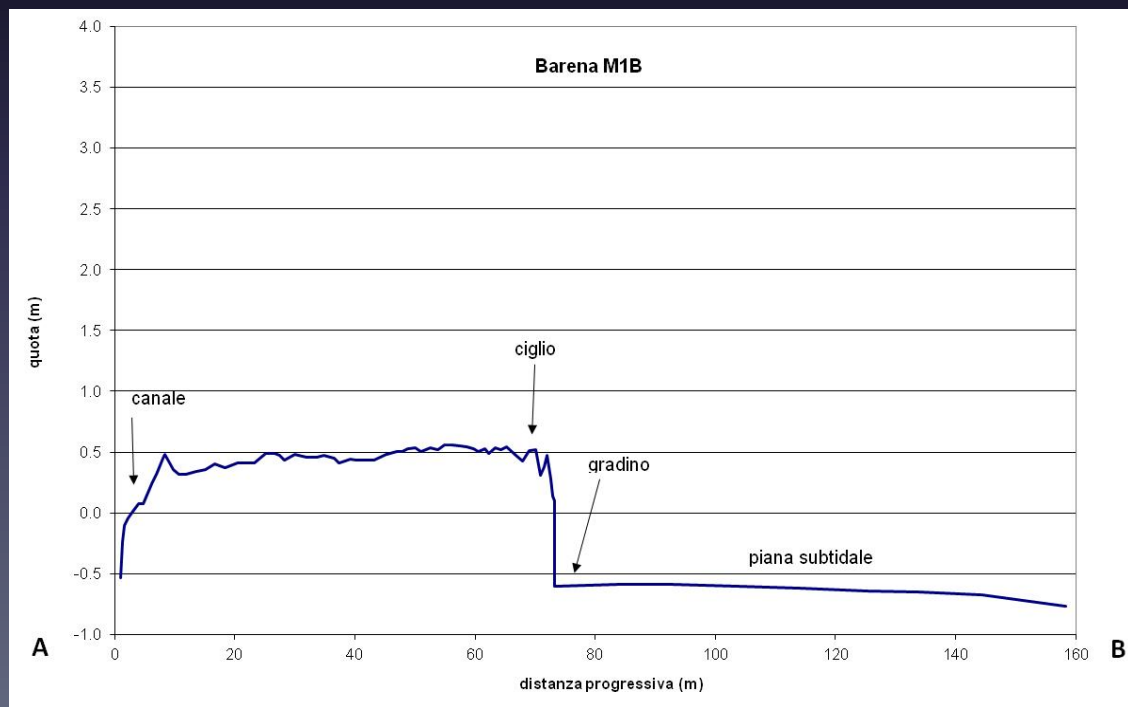
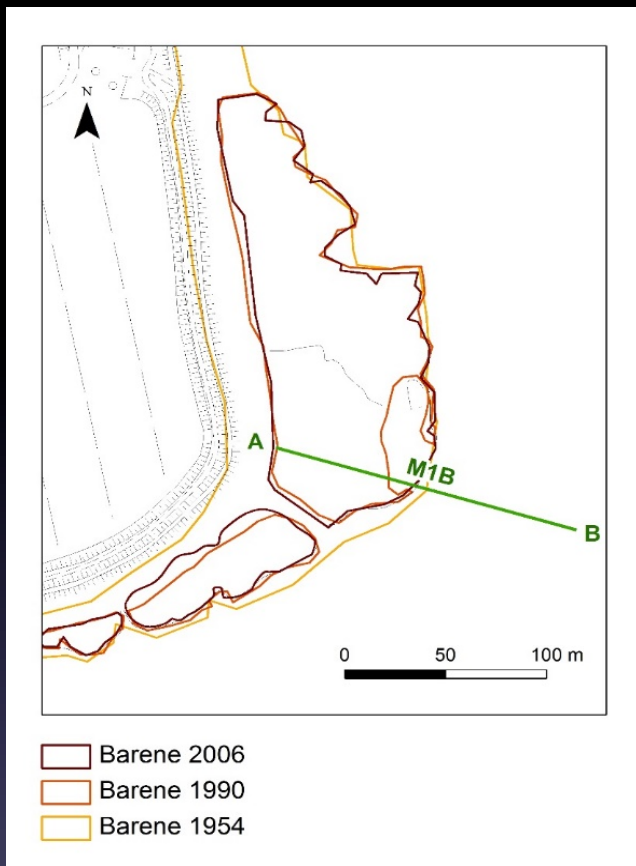
■ margine lagunare ■ margine di canale ■ retrobarriera ■ aree paralongonari ■ isolate ■ Partiacque

Stato di fatto:
760ha nel
2006

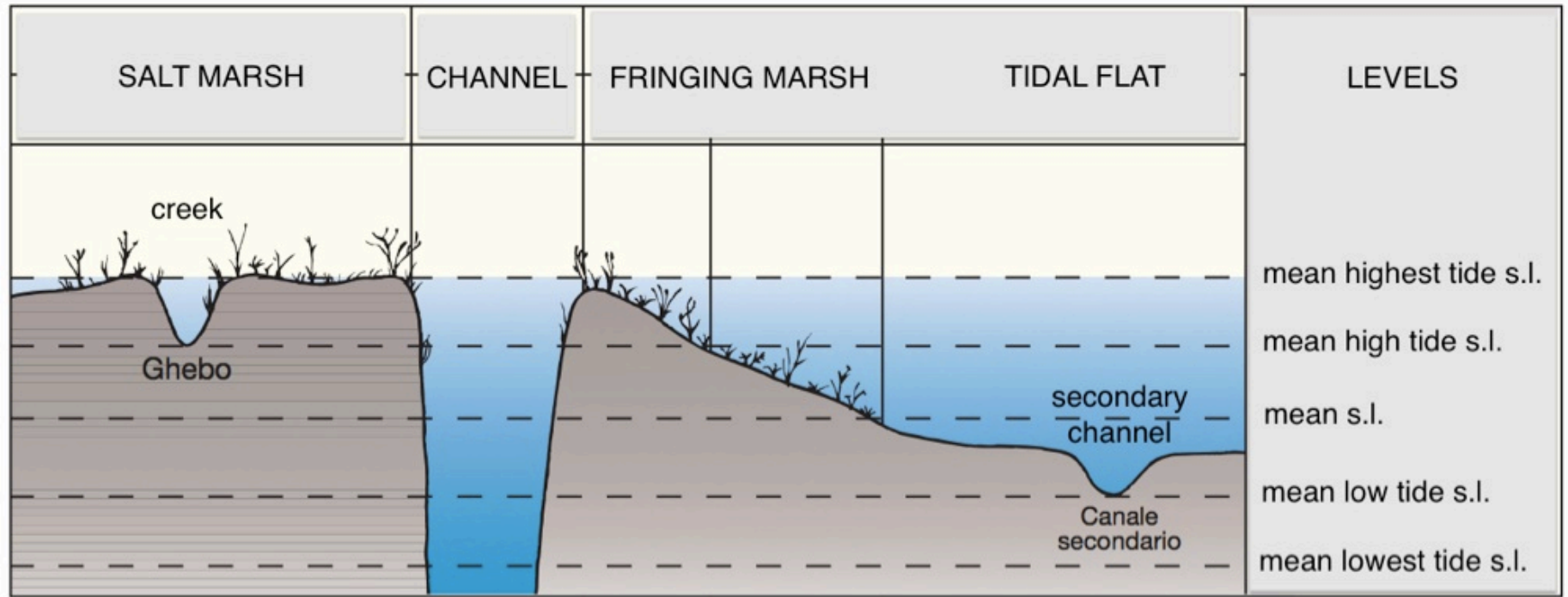
Barene di margine lagunare



Barene di margine lagunare



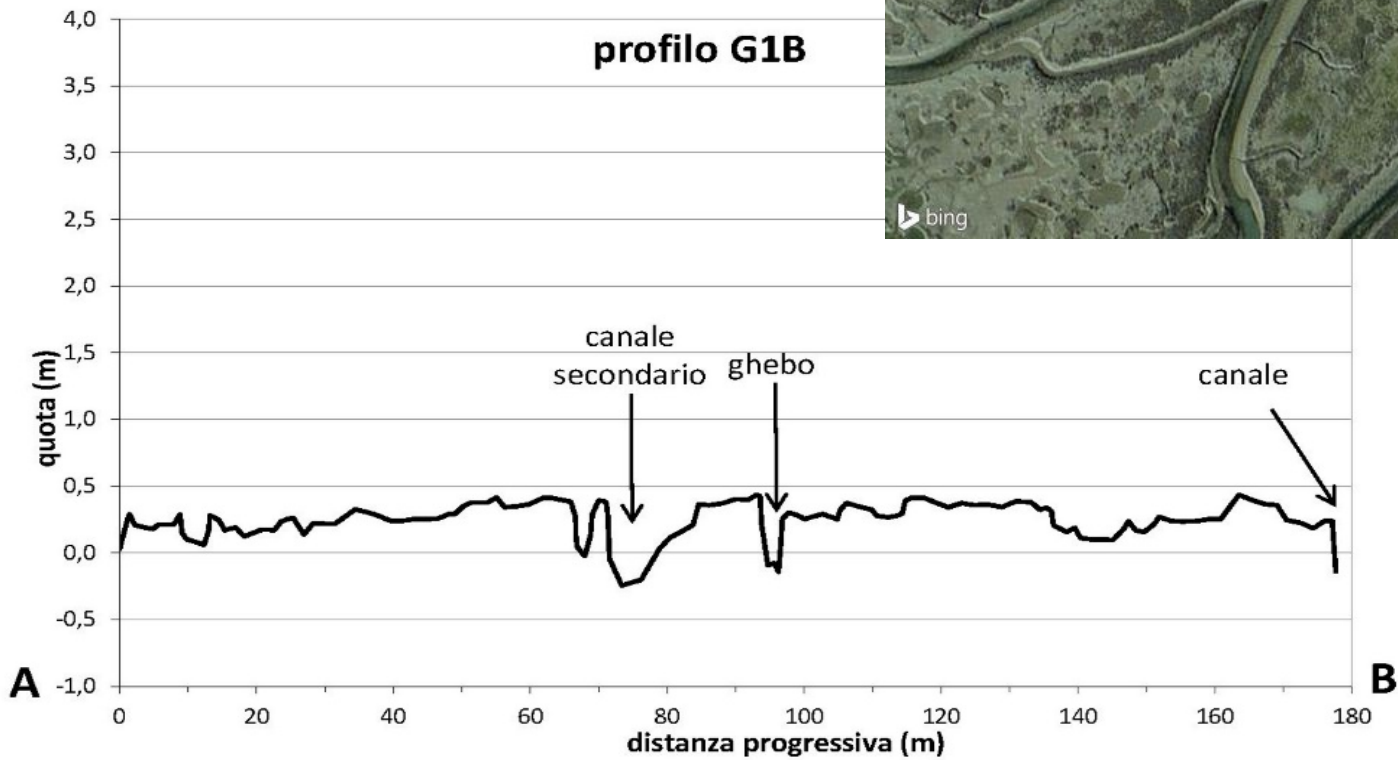
Barene di margine di canale



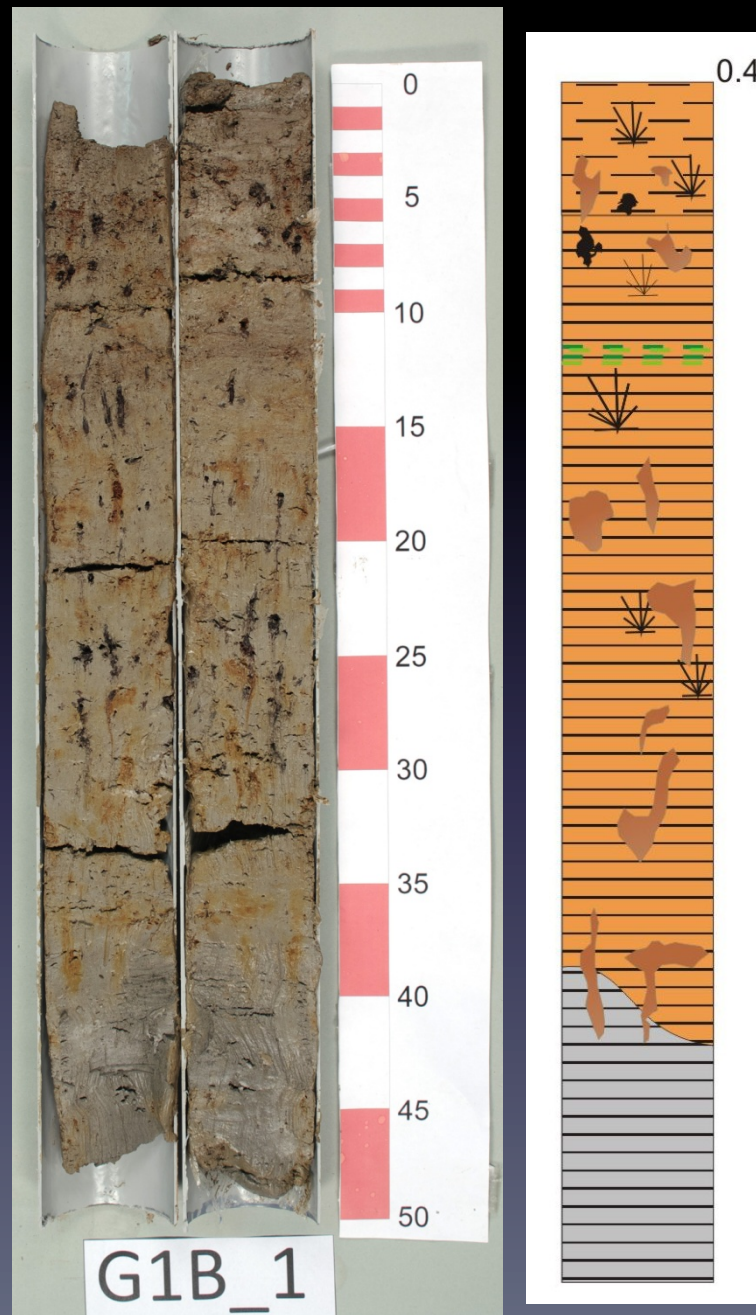
Barene di margine di canale



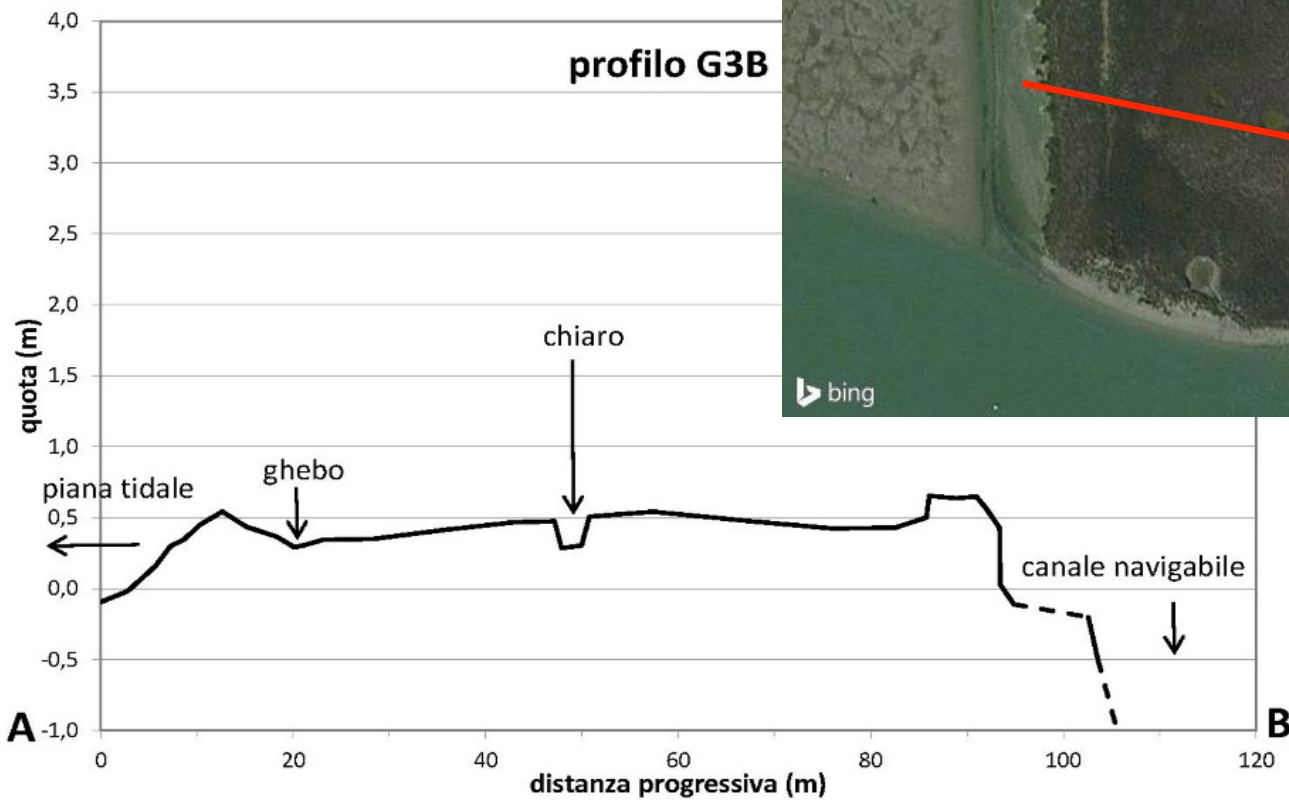
profilo G1B



Barene di margine di canale



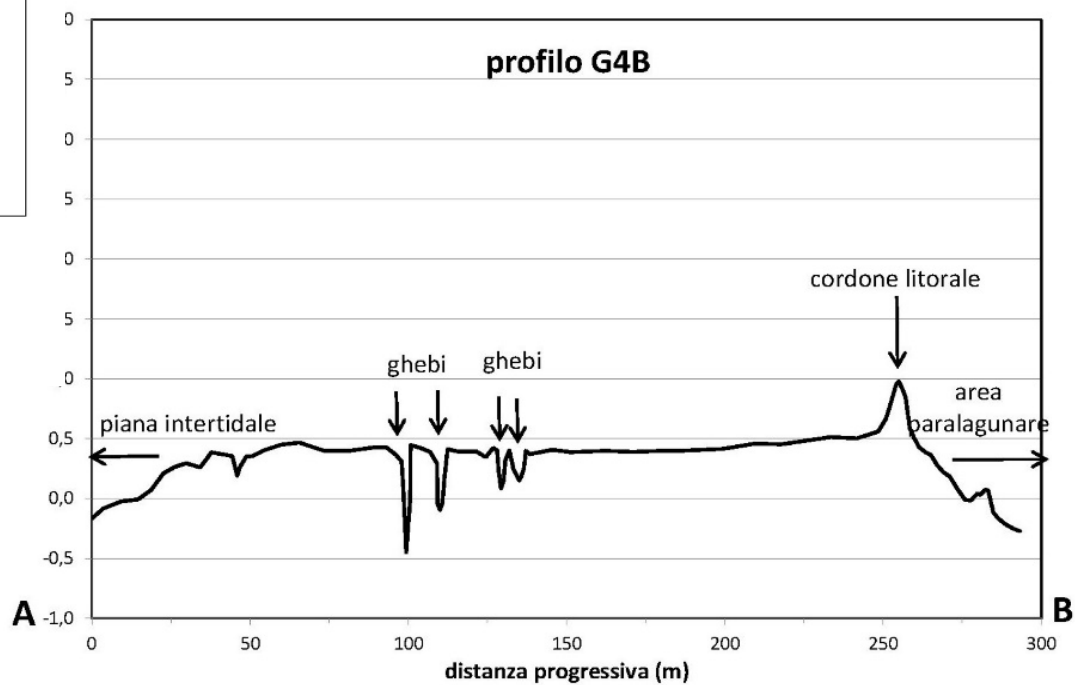
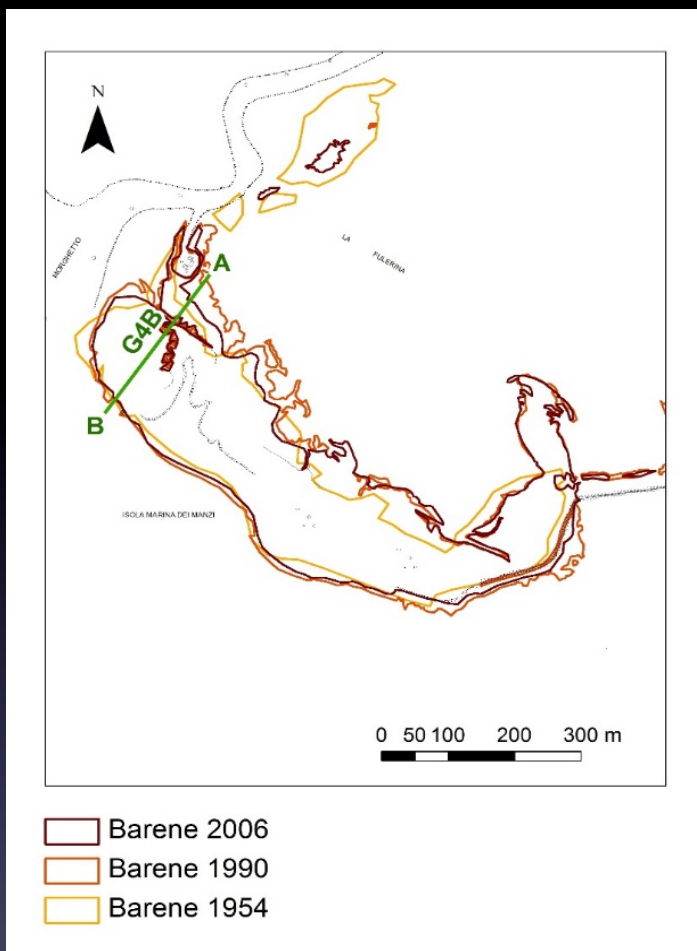
Barene di margine di canale



Barene di retrobarriera



Barene di retrobarriera

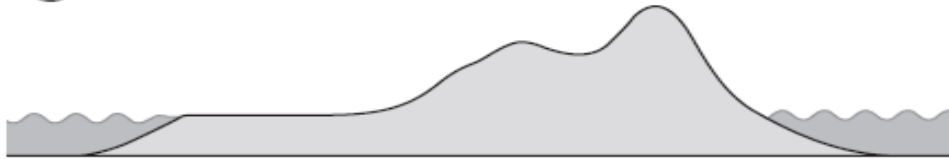


Barene di retrobarriera

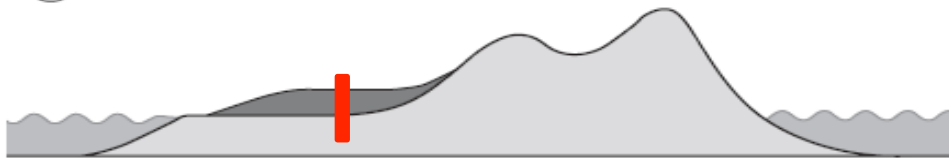
(A) Initial situation: bare sand plate



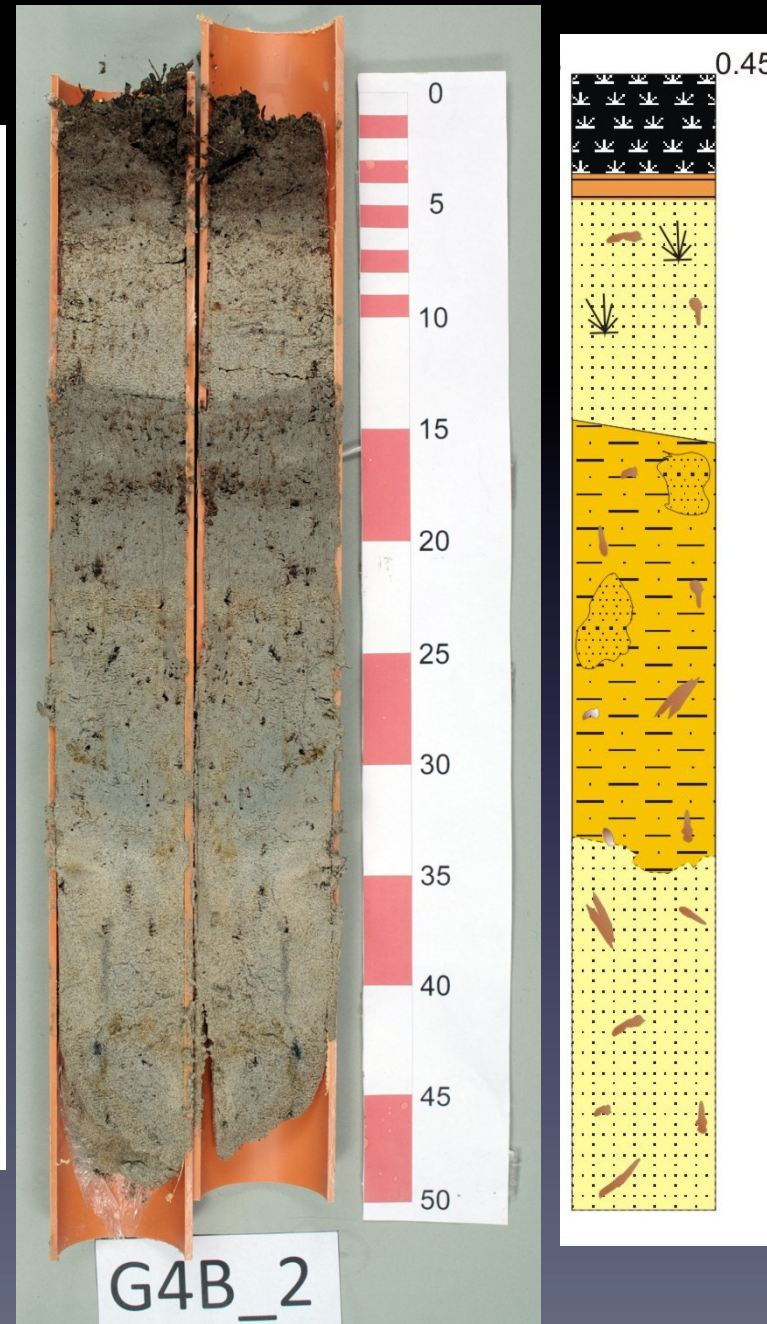
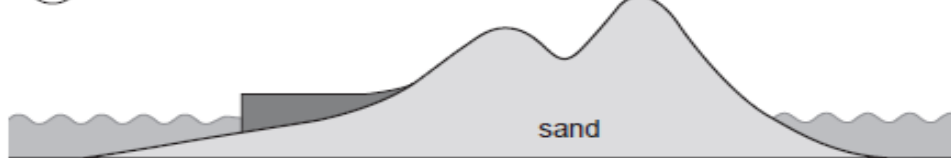
(B) Sand dune formation due to wind



(C) Salt marsh formation due to sedimentation



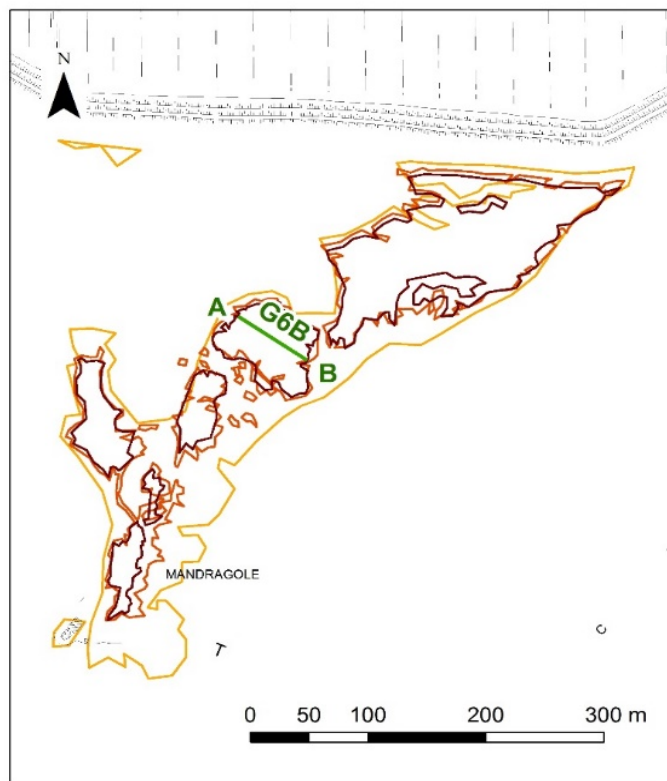
(D) Cliff formation



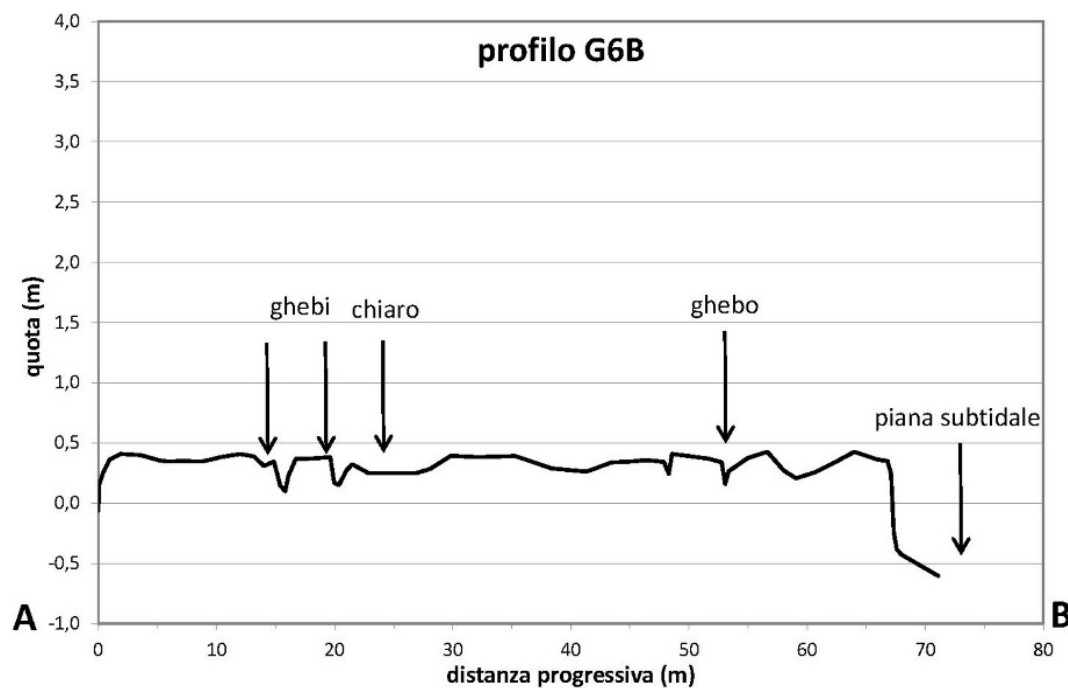
Barene in aree paralagunari recenti



Barene isolate



- Barene 2006
- Barene 1990
- Barene 1954



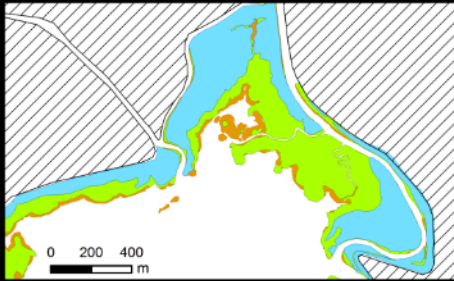
Individuazione di tipologie Erosive / deposizionali

PARAMETRI MORFOLOGICI E GEOGRAFICI

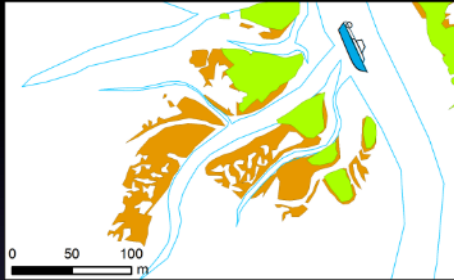


- modalità evolutiva (accrescimento arretramento)
- morfologia dei margini in pianta e in sezione
- posizione rispetto a elementi morfologici significativi naturali o antropici
- tipo di vegetazione

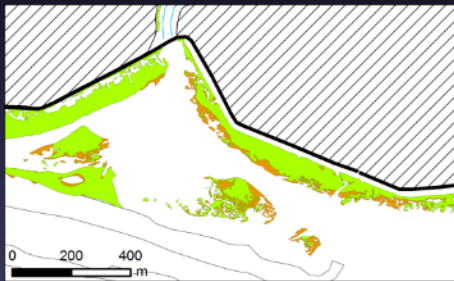
ACCRESCIAMENTO



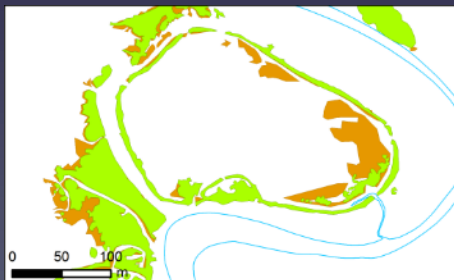
A1 input
fluviale



A2 input
lagunare



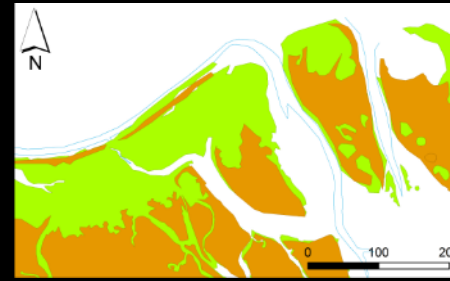
A3 aree
paralagunari
recenti



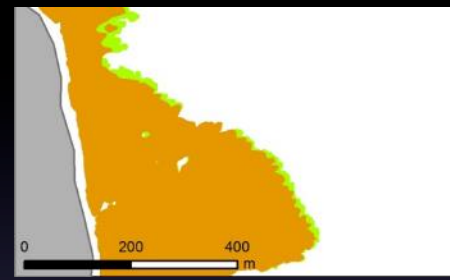
A4 ex valli da
pesca

A5 riporto di sedimenti dragati

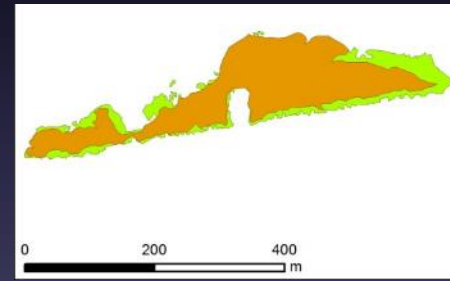
EROSIONE



E1
annegamento



E2 moto ondoso



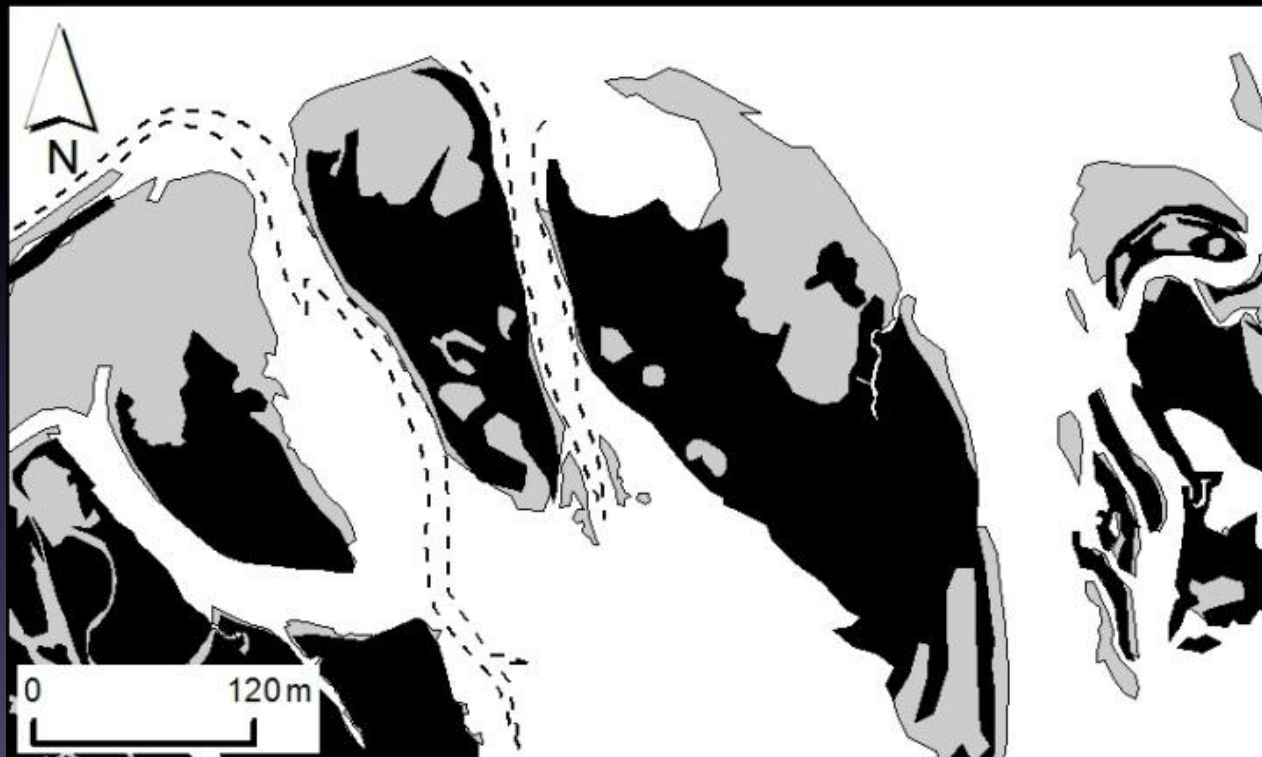
E3 moto ondoso
da natanti



E4 dinamica
costiera

E5 interventi antropici diretti

E1 ANNEGAMENTO

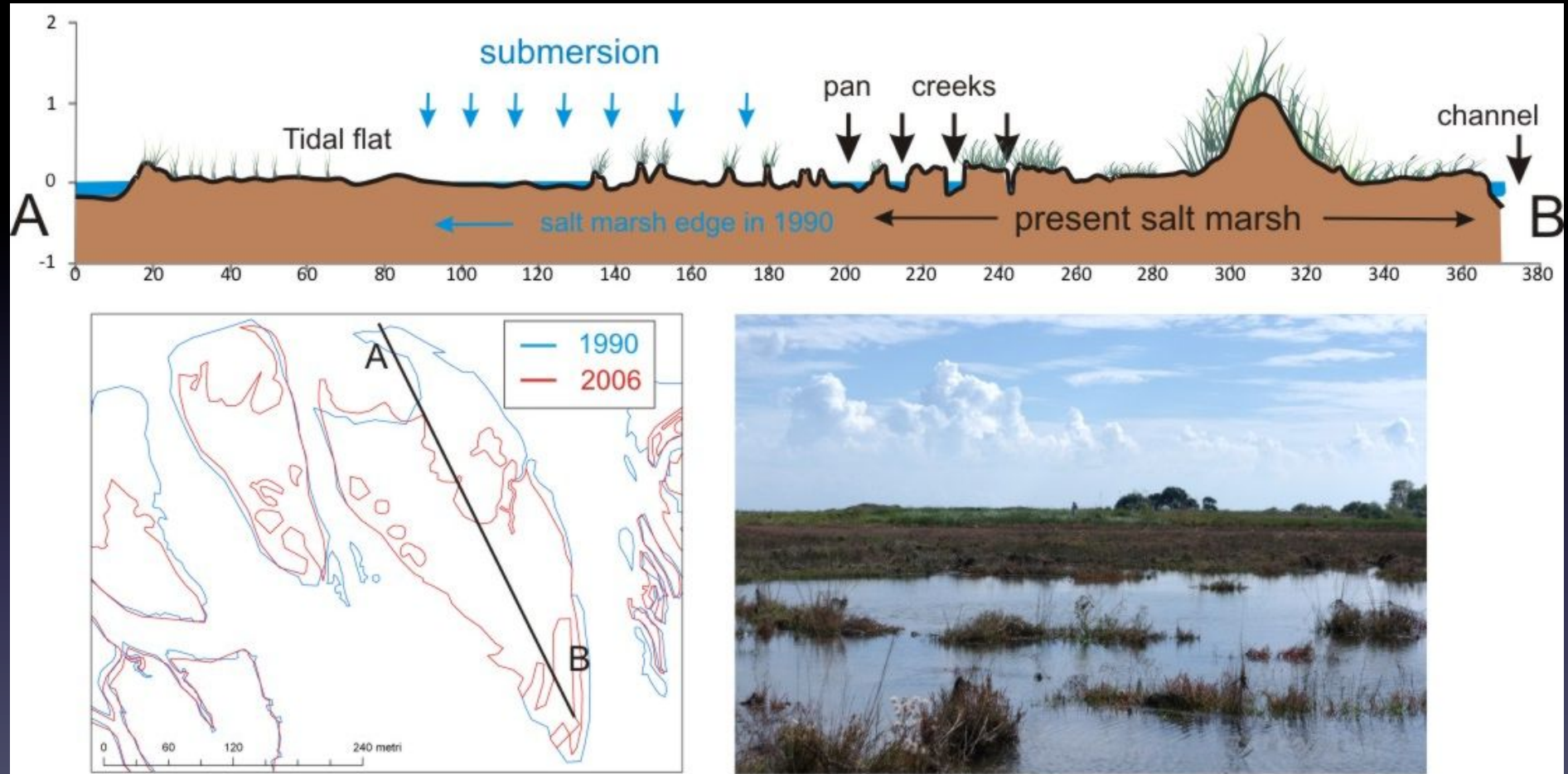


Superficie
barene

2006

1990

E1 ANNEGAMENTO





The erosional response

*Submergence by RSLR
(subsidence induced ?)*

E2 MOTO ONDOSO

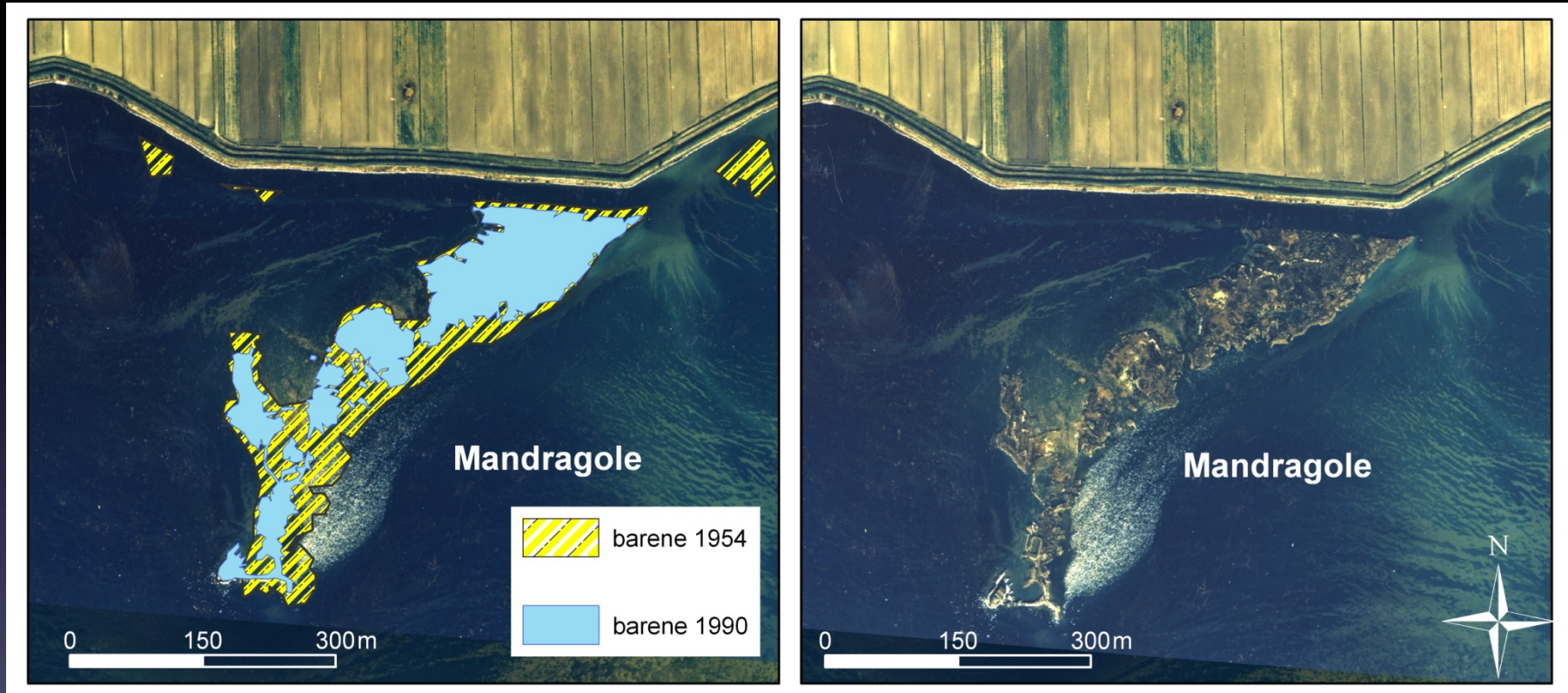


Superficie
barene

2006

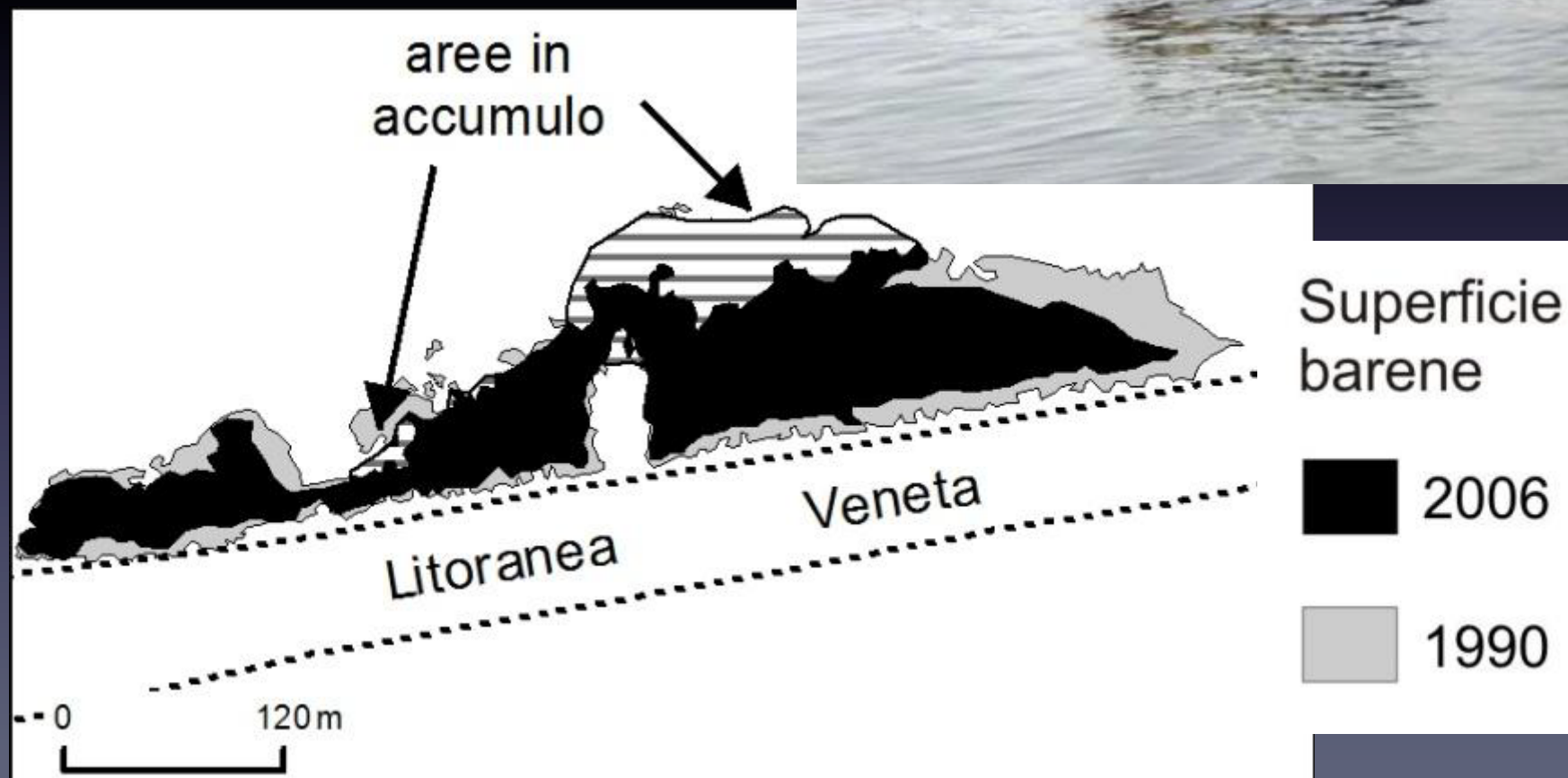
1990

Moto ondoso

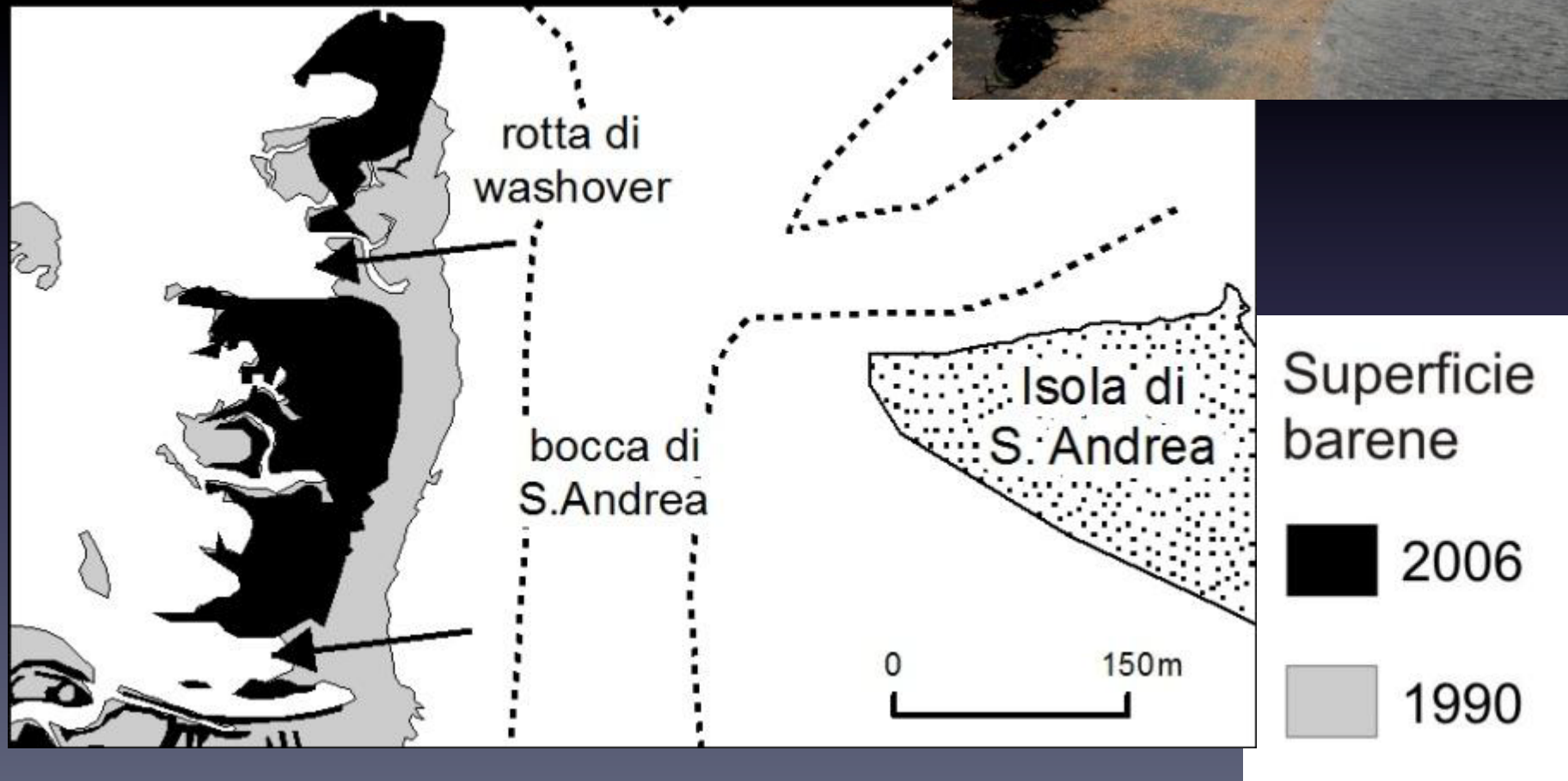




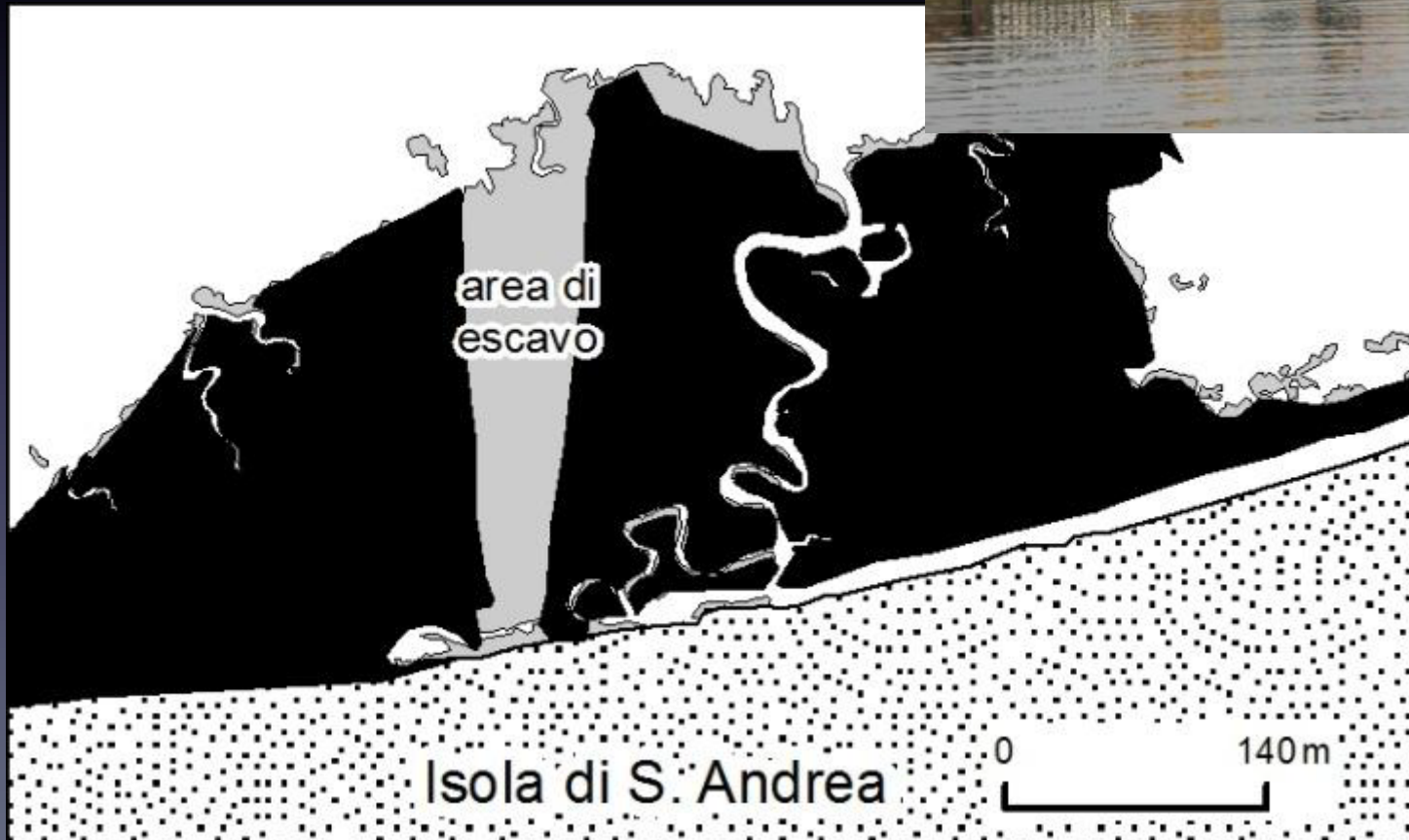
E₃ MOTO ONDOSO DA NATANTI



E₄ DINAMICA COSTIERA



E₅ INTERVENTI ANTROPICI

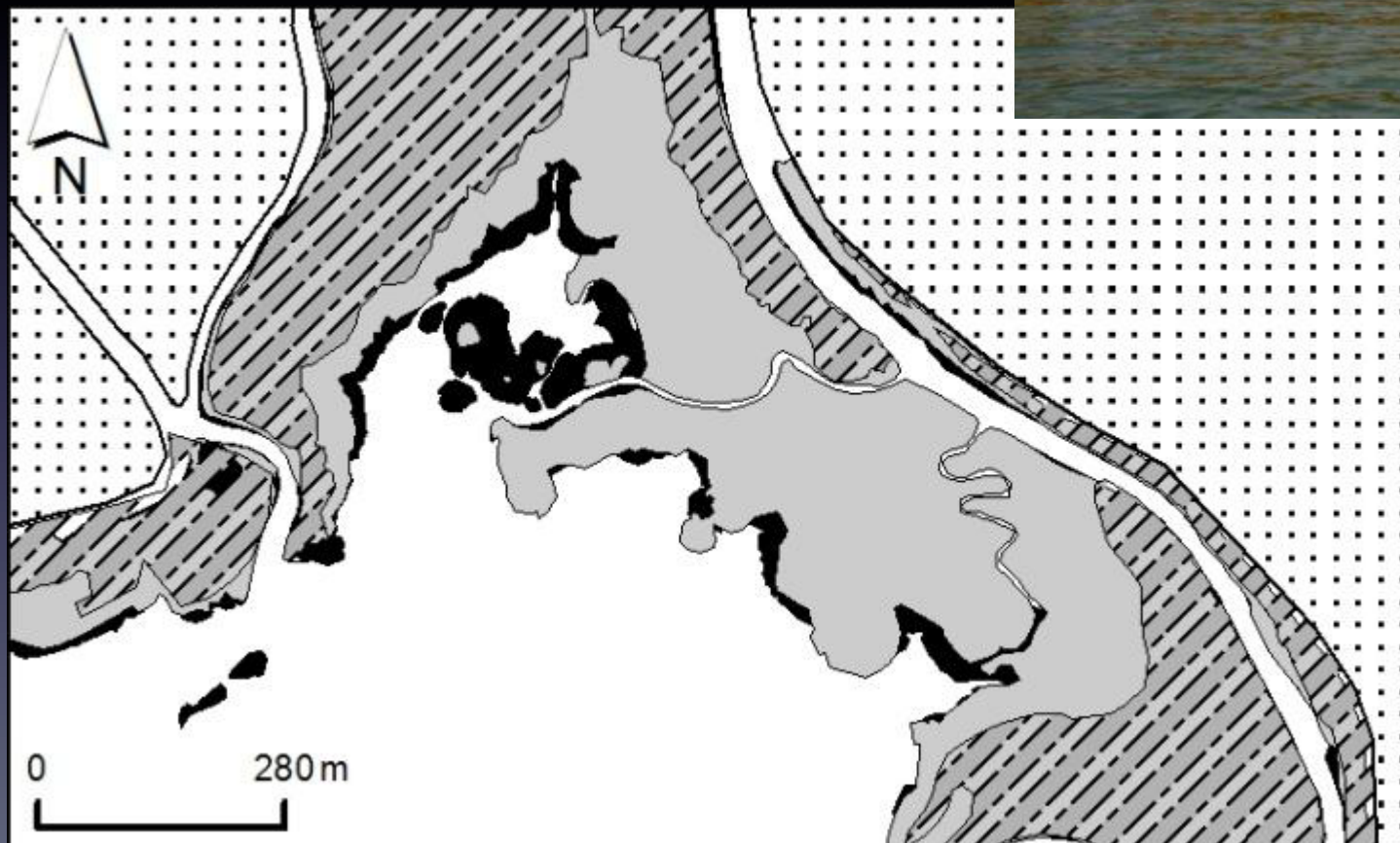


Superficie
barene

■ 2006

■ 1990

A₁ APPORTO FLUVIALE



Superficie
barene

■ 2006

■ 1990

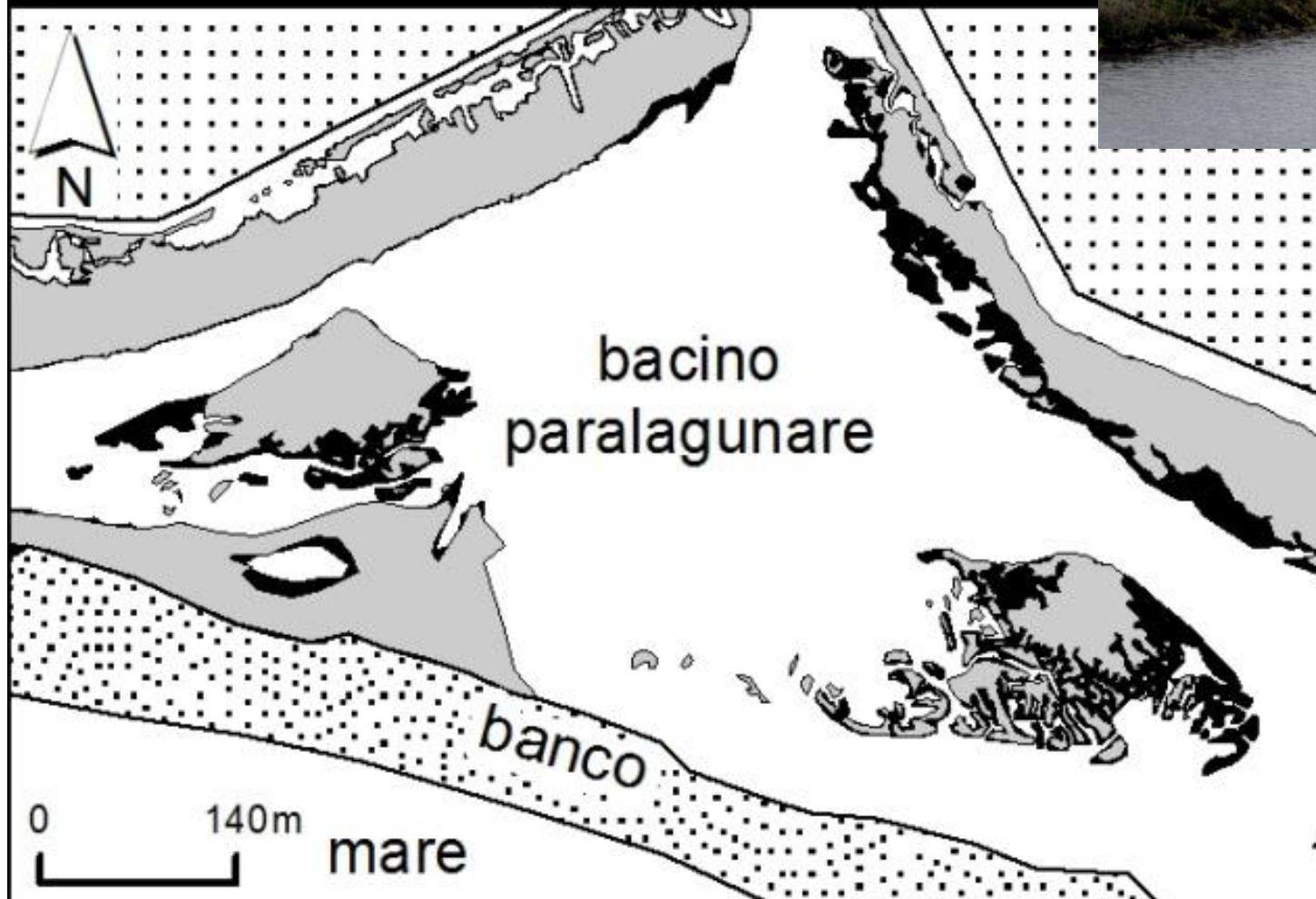
■ 1954

A2 APPORTO TIDALE





A₃ AREE PARALAGUNARI RECENTI



Superficie
barene

2006

1990

A₄ EXVALLI DA PESCA

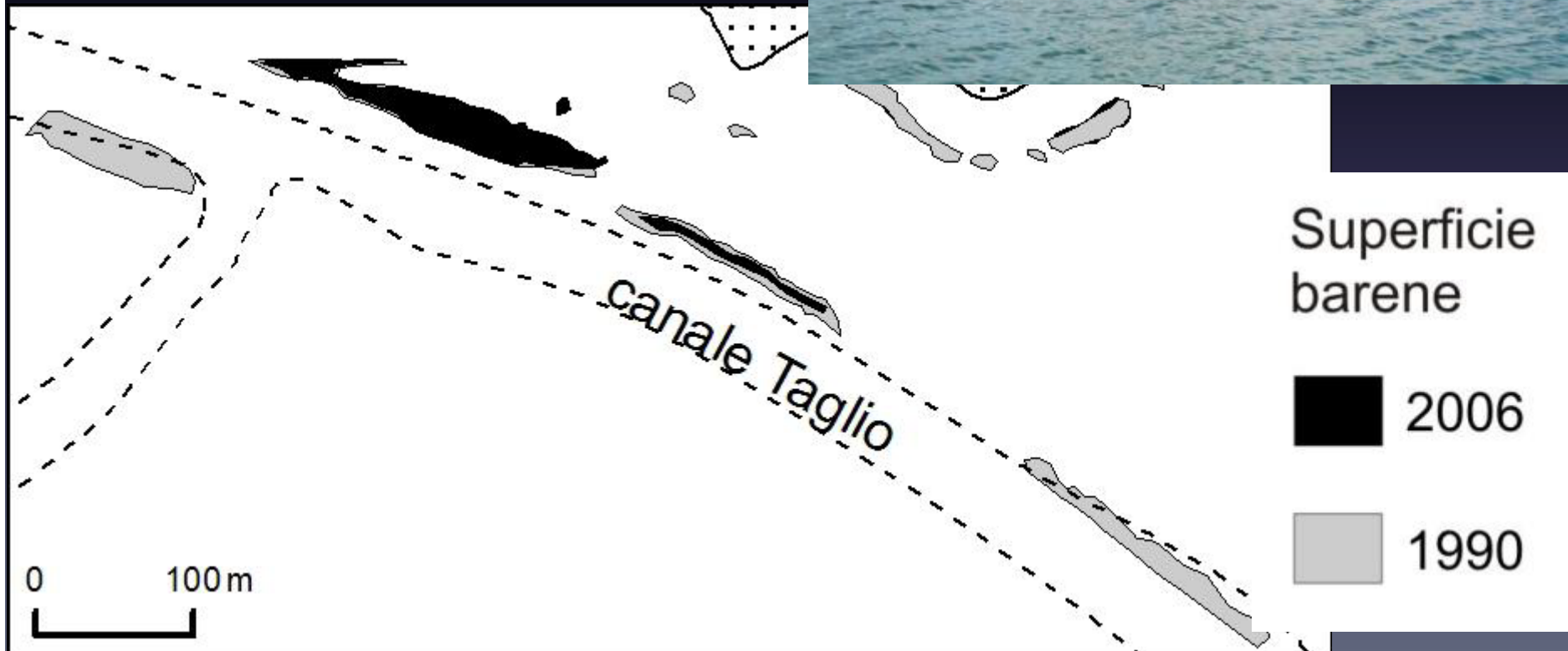


Superficie
barene

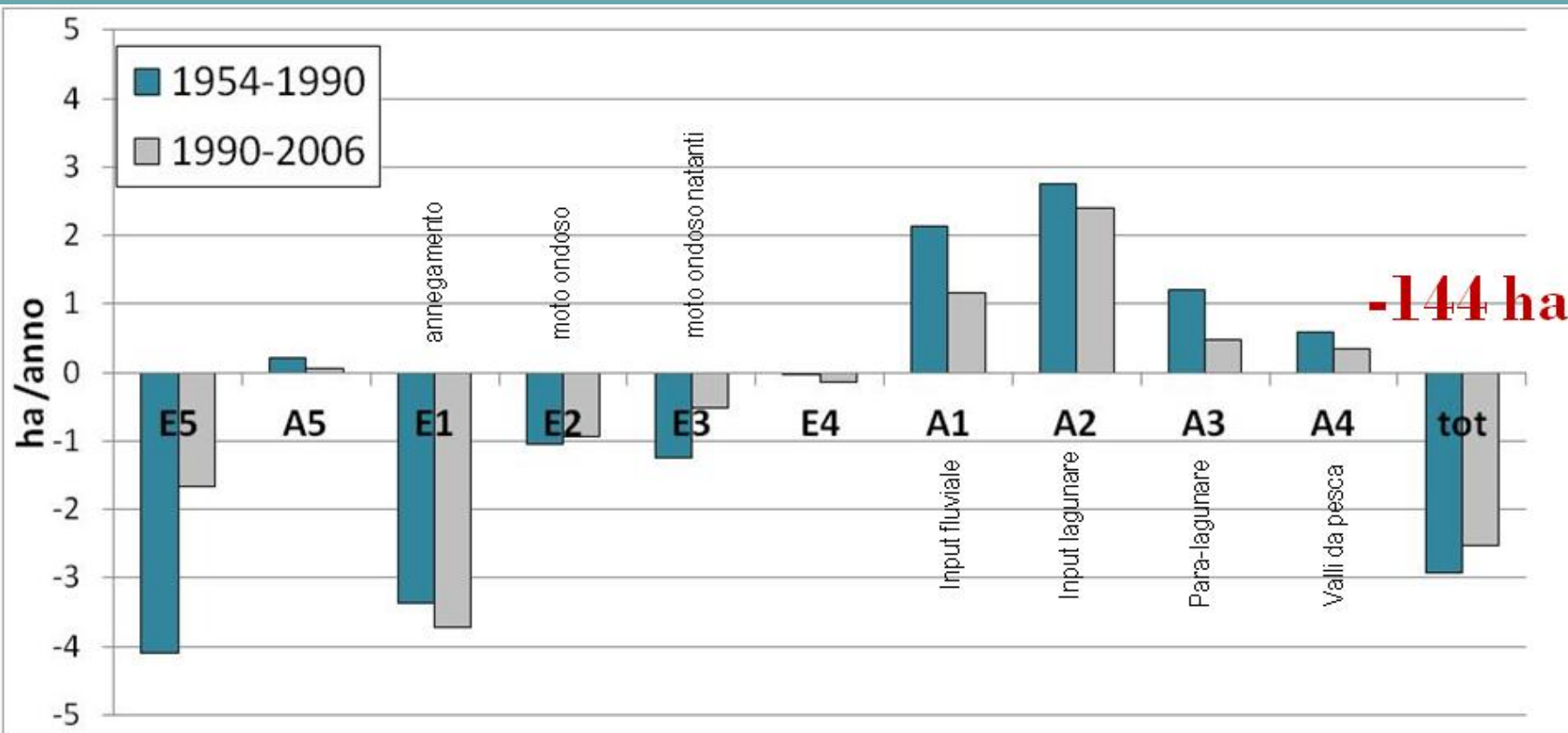
■ 2006

■ 1990

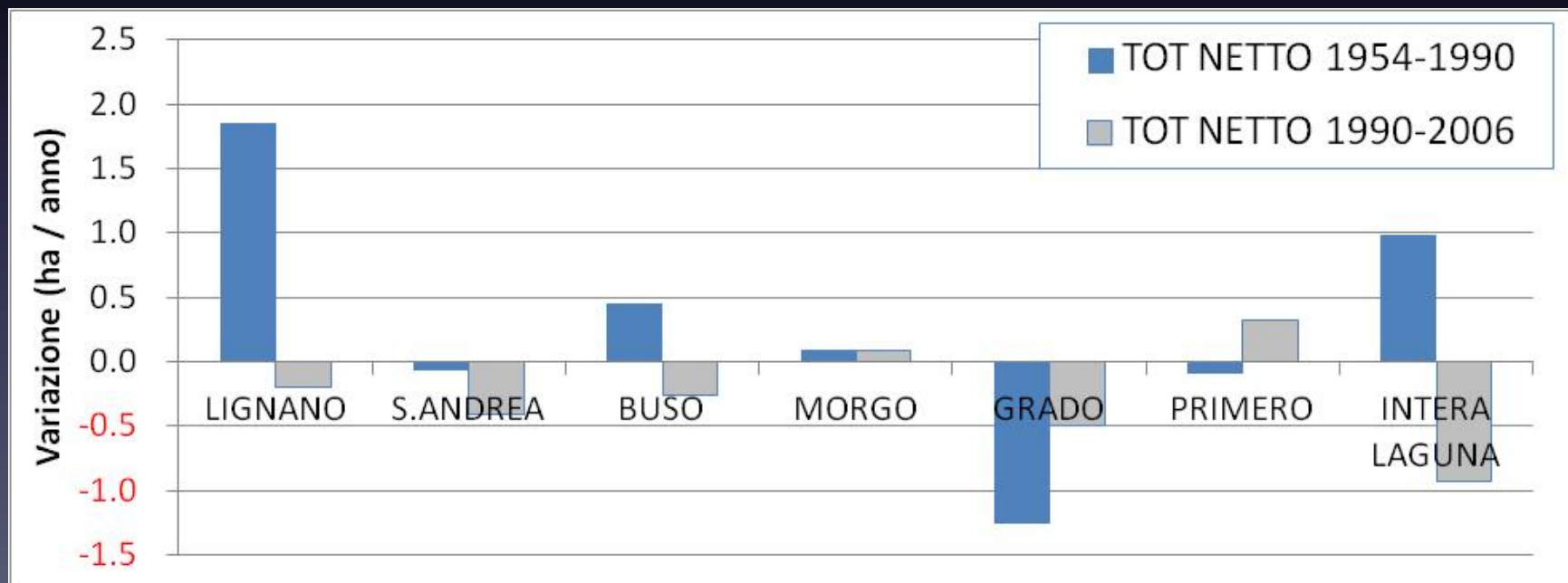
A5 RIPORTO DI SEDIMENTI



Bilancio delle forzanti intera laguna



Evoluzione "naturale"



Costruzione e compilazione di un geodatabase

DinamicaEvolutivaBarene.mdb



Personal Geodatabase
(ESRI ArcGIS)

Feature dataset

Barene

Feature class

Superfici_1954

Superfici_1990

Superfici_2006

Feature dataset

Evoluzione

Feature class

Margini_1954_1990

Margini_1990_2006

Superfici_1954_1990

Superfici_1990_2006

Feature dataset

Indagini

Feature class

Siti_indagine

Punti_sezione

Prelievo_alofite

Table

Sintesi gruppi

Analisi per gruppi

Dinamica evolutiva delle barene a livello di gruppo 1954 - 2006

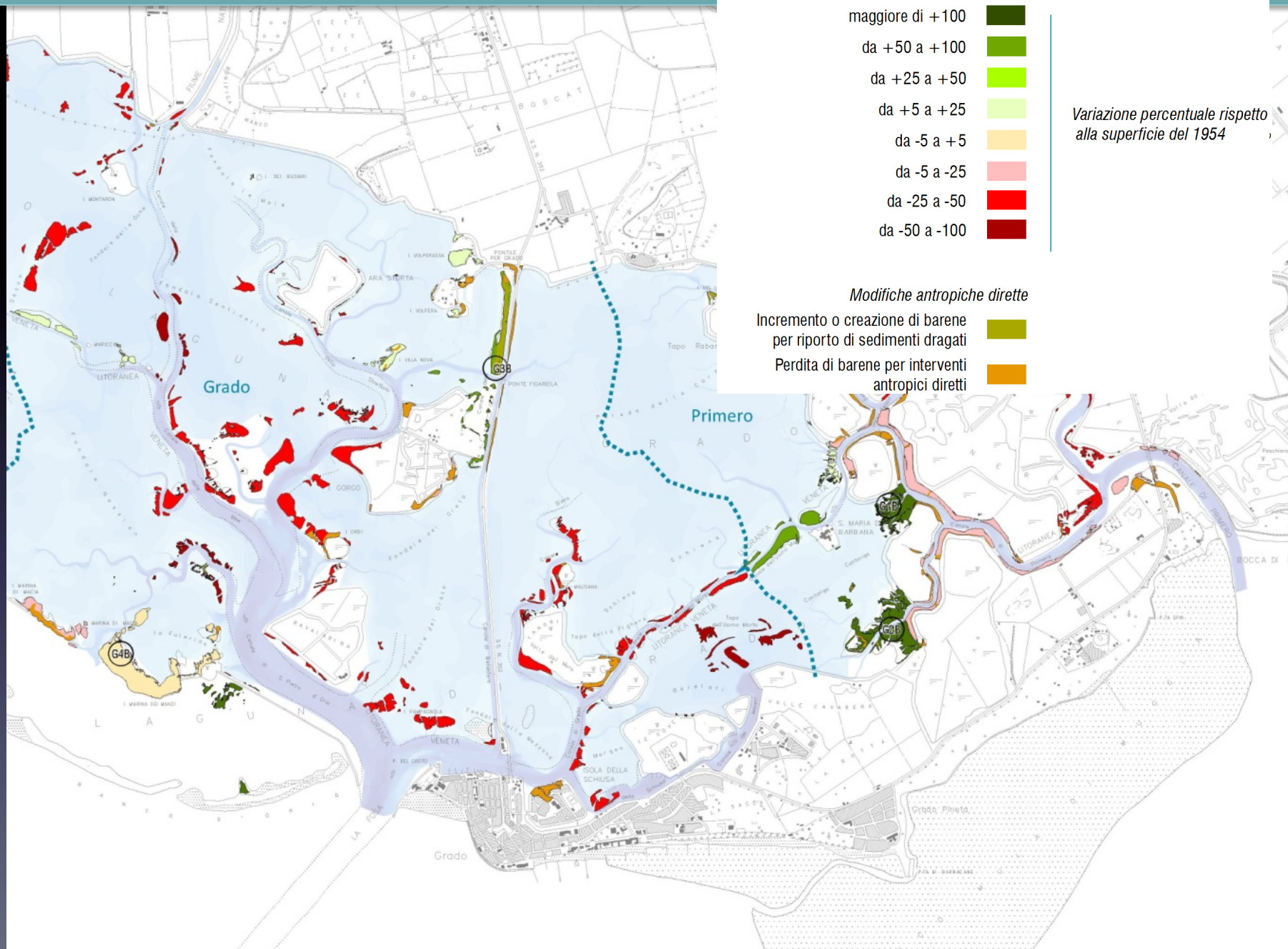
Modifiche naturali o antropiche indotte

- maggiore di +100
- da +50 a +100
- da +25 a +50
- da +5 a +25
- da -5 a +5
- da -5 a -25
- da -25 a -50
- da -50 a -100

Variation percentuale rispetto alla superficie del 1954

Modifiche antropiche dirette

- Incremento o creazione di barene per riporto di sedimenti dragati
- Perdita di barene per interventi antropici diretti



CONCLUSIONI IN OTTICA GESTIONALE

- ◎ LA LAGUNA È IN FASE DI ANNEGAMENTO
- ◎ DIFFERENZIAZIONE DELLE BARENE
- ◎ GLI INTERVENTI ANTROPICI DIRETTI GIOCANO UN RUOLO DI PRIMO PIANO
- ◎ CONVIVONO DIFFERENTI PROCESSI EROSIVI E DEPOSIZIONALI
- ◎ IMPORTANZA DELLA COMPLESSITÀ MORFOLOGICA DEI BACINI
- ◎ RUOLO DELLA DINAMICA COSTIERA
- ◎ BARENE DI ORIGINE ANTROPICA

Prospettiva gestionale per la laguna di Marano e Grado



- ◎ FORMULAZIONE DI PRINCIPALI BASE
- ◎ ELEMENTI UTILI AL PERCORSO DECISIONALE (PROPOSTA DI UTILIZZO DEL GEODATABASE)
- ◎ INDIVIDUAZIONE DI STRATEGIE E TECNICHE DI INTERVENTO

ASPETTI GESTIONALI: strategie d'intervento

- ◎ DO NOTHING
- ◎ FAVORIRE LA SEDIMENTAZIONE
- ◎ AUMENTARE LA DISPONIBILITÀ DI SEDIMENTO
- ◎ PROTEGGERE I MARGINI



Tipologie erosive e strategie

Tipologia erosiva	Strategie	Tecniche possibili
E1 annegamento	<ul style="list-style-type: none">- Do nothing- Aumentare la disponibilità di sedimento- Favorire la sedimentazione locale	<ul style="list-style-type: none">- Ricarica di sedimento diretta o indiretta in aree adiacenti- Protezioni distaccate con creazione di aree ad "acque calme"- Piantumazioni
E2 onde da vento	<ul style="list-style-type: none">- Do nothing- Proteggere i margini dal moto ondoso diretto	<ul style="list-style-type: none">- Lasciare migrare la barena- Protezioni in aderenza- Protezione distaccate con creazione di aree ad "acque calme"- Protezioni soffolte- Protezioni soft
E3 onde da natanti	<ul style="list-style-type: none">- Do nothing- Proteggere i margini dal moto ondoso diretto	<ul style="list-style-type: none">- Lasciare migrare la barena- Protezioni in aderenza- Protezione distaccate con creazione di aree ad "acque calme"- Protezioni "soft" (fascinate, buzzoni)
E4 dinamica costiera	<ul style="list-style-type: none">- Do nothing	
E5 antropico	<ul style="list-style-type: none">- Impedire lo sviluppo di ulteriori interventi antropici diretti	<ul style="list-style-type: none">- Vincoli alla pianificazione territoriale



Strategie d'intervento individuazione criticità ed elementi di forza

- ⦿ CRONICITÀ DEL FENOMENO EROSIVO
- ⦿ INTENSITÀ DEL FENOMENO EROSIVO
- ⦿ PRESENZA DI AREE DEPOSIZIONALI
- ⦿ INDIVIDUAZIONE DELLA TIPOLOGIA EROSIVO DEPOSIZIONALE
- ⦿ INDIVIDUAZIONE DELLA TIPOLOGIA DEI MARGINI
- ⦿ GRADI DI LIBERTÀ DEL SISTEMA
- ⦿ BATIMETRIA DELLE AREE ADIACENTI